91631

UNIVERSITATEA „AL. I. CUZA" - IAȘI
FACULTATEA DE BIOLOGIE - GEOGRAFIE - GEOLOGIE

VASILE BĂICAN

CARTOGRAFIE-TOPOGRAFIE

Lucrări practice

1988

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

UNIVERSITATEA "AL.I.CUZA" IASI
FACULTATEA DE BIOLOGIE-GEOGRAFIE-GEOLOGIE
Catedra de Geologie-Mineralogie-Geografie

Sef de lucr. V.BĂICAN

CARTOGRAFIE-TOPOGRAFIE

CAIET DE

LUCRARI PRACTICE

UNIVERSITY LIBRARY

C U P R I N S

Pag.

PREFATA..... 1

PARTEA I-a..... 3

LUCRARI PRACTICE DE CARTOGRAFIE..... 3

Lucrările practice nr.1, nr.2, nr.3..... 3

1. CITIREA HARTILOR SI PLANURILOR TOPOGRAFICE..... 3

1.1.Generalităţi..... 3

1.2.Elementele de conţinut ale hărţilor geografice generale..... 4

1.3.Reprezentarea reliefului pe hărţile topografice..... 6

1.3.1.Metoda cotelor..... 7

1.3.2.Metoda curbelor de nivel..... 7

1.3.3.Noţiuni elementare de geomorfologie..... 11

Lucrarea practică nr.4..... 16

2. SCARA DE PROPORTIE A HARTILOR..... 16

2.1.Generalităţi..... 16

2.2.Scara numerică..... 17

2.2.1.Caracteristicile scării numerice..... 17

2.2.2.Calcule în legătură cu scara de proporţie..... 17

2.2.3.Determinarea scării unei hărţi murale..... 19

2.2.4.Alte cazuri de determinare a scării unei hărţi..... 19

2.2.5.Determinarea scării unui glob geografic..... 20

2.3.Scara grafică..... 20

2.3.1.Scara grafică simplă sau liniară..... 21

2.3.2.Scara grafică compusă sau cu transversale..... 23

Lucrarea practică nr.5

3. DETERMINAREA DISTANTELOR SI ARIILOR PE HARTI..... 25

3.1.Determinarea distanţelor..... 25

3.1.1.Determinarea distanţelor pe hărţi topografice.. 25

3.1.1.1.Procedeul cu rigla gradată..... 25

3.1.1.2.Procedeul cu scara grafică..... 26

3.1.1.3.Procedeul cu curbimetrul..... 26

BCU IAŞI - BIBLIOTECA CENTRALĂ UNIVERSITARĂ LIBRARY

3.1.1.4.Procedeul cu distanţierul micrometric.. 28
3.1.1.5.Procedeul cu banda de hîrtie..... 31
3.1.2. Determinarea distanţelor pe hărţi la scară mică 31
3.1.2.1.Determinarea distanţelor liniare în funcţie de coordonatele geografice ale extremităţilor..... 31
3.1.2.2.Determinarea distanţelor cu scară variabilă..... 33
3.2.Determinarea ariilor pe hărţi..... 34
3.2.1. Determinarea ariilor pe hărţi la scară mare.... 34
3.2.1.1.Procedeul numărării ochilor reţelei kilometrice..... 34
3.2.1.2.Procedeul utilizării hîrtiei milimetrice..... 35
3.2.1.3.Procedeul folosirii paletei..... 35
3.2.1.4.Procedeul împărţirii ariei de determinat în figuri geometrice simple..... 36
3.2.1.5.Procedeul mecanic(cu planimetrul)..... 36
3.2.1.5.1.Planimetrul polar model "REISS"..... 38
3.2.1.5.2.Planimetrul polar "PL-1 WARSZAWA"..... 39
3.2.1.5.3.Măsurarea ariilor pe hărţi cu planimetrul polar..... 40
3.2.1.5.4.Verificarea planimetrului polar..... 43
3.2.1.5.5.Precizia determinării ariilor cu planimetrul..... 44
3.2.2. Determinarea ariilor pe hărţi la scară mică.... 44

Lucrarea practică nr.6..... 46
4. INTOCMIREA UNOR PROIECTII CARTOGRAFICE..... 46
4.1.Noţiuni generale asupra proiecţiilor cartografice..... 46
4.2.Construirea unor proiecţii azimutale..... 48
4.2.1.Proiecţia perspectivă polară ortografică..... 48
4.2.2.Proiecţia neperspectivă polară Postel..... 49
4.2.3.Proiecţia perspectivă stereografică ecuatorială. 50

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Lucrarea practică nr.7 53
5. INTOCMIREA UNOR PROIECTII CILINDRICE 53
5.1.Proiecţia cilindrică normală pătratică (Don Enrico) .. 53
5.2.Proiecţia cilindrică normală Lambert 54

Lucrarea practică nr.8 56
6. INTOCMIREA UNOR PROIECTII CONICE SI CONVENTIONALE 56
6.1.Proiecţia conică normală echidistantă Ptolemeu 56
6.2.Proiecţia convenţională pseudocilindrică Mollweide ... 58
6.3.Proiecţia convenţională circulară Nicolozzi 59

Lucrarea practică nr.9 61
7. DETERMINAREA ALTITUDINII UNUI PUNCT PE HARTILE TOPOGRAFICE.PROFILUL TOPOGRAFIC TRANSVERSAL 61
7.1.Determinarea altitudinii unui punct pe hărţile topografice 61
7.2.Intocmirea profilului topografic transversal 63

Lucrarea practică nr.10 67
8. PROFILUL TOPOGRAFIC LONGITUDINAL. PROCEDEE PENTRU REPRODUCEREA HARTILOR 67
8.1.Profilul topografic longitudinal 67
8.2.Procedee pentru reproducerea hărţilor 68
8.2.1.Procedee pentru reproducerea la aceeaşi scară (copierea) 69
8.2.2.Procedee pentru mărirea şi micşorarea hărţilor. 70

Lucrarea practică nr.11 76
9. INTOCMIREA UNEI HARTI PRIN METODA IZOLINIILOR 76

Lucrarea practică nr.12 83
10.INTOCMIREA UNEI CARTOGRAME 83

Lucrarea practică nr.13 88
11.INTOCMIREA UNOR DIAGRAME 88
11.1.Generalităţi 88
11.2.Intocmirea principalelor tipuri de diagrame 89
11.2.1.Diagramele simple 89
11.2.2.Diagramele complexe 89

BCU "Ştefan cel Mare" LIBRARY

Lucrarea practică nr.14 97
12. INTOCMIREA UNEI CARTODIAGRAME 97

PARTEA A II-a 101
LUCRARI PRACTICE DE TOPOGRAFIE 101
Lucrarea practică nr.1 101
1. DETERMINAREA COORDONATELOR GEOGRAFICE PE HARTI DIFERITE 101
1.1. Sistemul coordonatelor geografice 101
1.2. Determinarea coordonatelor geografice pe hărţi la scara mare (hărţi topografice) 103
1.3. Determinarea coordonatelor geografice pe hărţi la scară mică 104

Lucrarea practică nr.2 107
2. DETERMINARI DE COORDONATE RECTANGULARE, PANTE SI VOLUME PE HARTI TOPOGRAFICE 107
2.1. Determinarea coordonatelor rectangulare pe hărţi şi planuri topografice 107
2.1.1. Sistemul coordonatelor rectangulare 107
2.1.2. Orientarea liniilor în topografie 108
2.1.3. Determinarea coordonatelor rectangulare pe planuri topografice 109
2.1.4. Determinarea coordonatelor rectangulare pe hărţile topografice româneşti în proiecţiile Gauss-Krüger şi stereografică română-1970 111
2.2. Determinarea unghiului de pantă pe hărţile topografice 114
2.2.1. Determinarea unghiului de pantă prin calcule 115
2.2.2. Determinarea grafică a unghiului de pantă 118
2.3. Determinări de volume pe hărţi în curbe de nivel 120

Lucrarea practică nr.3 122
3. LUNETA TOPOGRAFICA 122
3.1. Caracteristici tehnico-funcţionale 122
3.2. Punerea la punct a lunetei 125
3.3. Punctarea obiectelor vizate 126

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Lucrarea practică nr.4.....127
4. MĂSURAREA INDIRECTĂ A DISTANȚELOR ÎN TEREN.....127
4.1.Generalități.....127
4.2.Măsurarea stadimetrică a distanțelor.....127
4.2.1.Instrumente și aparate necesare.....127
4.2.2.Măsurarea stadimetrică a distanțelor cu stadia verticală.....130
4.2.3.Măsurarea distanțelor cu stadia orizontală...134
4.2.4.Reducerea distanțelor la orizont.....134
4.3.Măsurarea telemetrică a distanțelor.....135
4.4.Precizia măsurării indirecte a distanțelor.Toleranțe.....137
4.5.Determinarea expeditivă a distanțelor în teren.....139

Lucrarea practică nr.5.....144
5. CUNOAȘTEREA TEODOLITULUI.....144
5.1.Generalități.....144
5.2.Părțile componente ale unui teodolit-tahimetru clasic.....145
5.3.Descrierea unui teodolit-tahimetru modern.....148
5.4.Anexele teodolitului-tahimetru.....150
5.5.Verificarea și rectificarea teodolitului.....150

Lucrarea practică nr.6.....154
6. PUNEREA ÎN STAȚIE A INSTRUMENTELOR TOPOGRAFICE.....154
6.1.Centrarea teodolitului în punctul de stație.....154
6.2.Calcularea instrumentelor topografice.....157
6.2.1.Nivelele teodolitului.....157
6.2.2.Calarea teodolitului în punctul de stație....159

Lucrarea practică nr.7.....162
7. MĂSURAREA UNGHIURILOR ÎN TOPOGRAFIE.....162
7.1.Probleme generale.....162
7.2.Folosirea microscopului cu scăriță.....163
7.3.Metode de măsurare a unghiurilor orizontale.....166
7.3.1.Metoda simplă.....166
7.3.2.Metoda repetiției.....172
7.3.3.Metoda reiterației (seriilor).....173
7.4.Măsurarea unghiurilor verticale.....173
7.5.Orientarea teodolitului și măsurarea orientării laturilor unghiurilor.....175

BCU IAȘI CAMERA DIGITALĂ LIBRARY

Lucrarea practică nr.8.....180
8. FOLOSIREA BUSOLELOR IN MASURAREA UNGHIURILOR.....180
8.1.Generalităţi.....180
8.2.Busola tip B1-69(I.O.R).....180
8.3.Busola tip "Turism" (I-4).....183
8.4.Busola pentru uz didactic.....185
8.5.Busolele geologice.....186

Lucrarea practică nr.9.....188
9. DETERMINARI ALTIMETRICE.....188
9.1.Noţiuni generale.....188
9.2.Nivelmentul geometric (direct).....190
9.2.1.Instrumentele nivelmentului geometric.....191
9.2.2.Verificarea şi rectificarea instrumentelor de nivelment geometric.....197
9.2.3.Procedeele nivelmentului geometric.....198
9.3.Nivelmentul trigonometric (indirect).....202
9.4.Procedee expeditive pentru determinarea unghiului de pantă.....207

Lucrarea practică nr.10.....210
10.NIVELMENTUL BAROMETRIC.....210
10.1.Noţiuni generale.....210
10.2.Instrumentele pentru nivelment barometric.....211
10.3.Metodele şi precizia nivelmentului barometric.....213

Lucrarea practică nr.11.....219
11.RIDICAREA UNEI SUPRAFETE DE TEREN PRIN METODA DRUMUIRII TAHIMETRICE. MASURATORI PE TEREN.....219
11.1.Generalităţi.....219
11.2.Exemplu numeric de ridicare tahimetrică. Lucrările din teren.....222

Lucrarea practică nr.12
12.LUCRARILE DE BIROU ALE RIDICARII TAHIMETRICE.....224
12.1.Compensarea turului de orizont.....224
12.2.Calculul şi transmiterea orientării laturilor drumuirii.....226

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

12.3.Calculul şi compunerea erorii de închidere pe orientare a drumuirii.....227
12.4.Reducerea distanţelor la orizont.....228
12.5.Calculul coordonatelor rectangulare ale punctelor...229
12.5.1.Calculul şi compunerea coordonatelor rectangulare ale punctelor drumuirii.....229
12.5.2.Calculul coordonatelor planimetrice ale punctelor de detaliu.....232
12.6.Calculul diferenţelor de nivel şi al cotelor punctelor drumuirii.....234
12.7.Calculul diferenţelor de nivel şi al cotelor punctelor de detaliu.....238

Lucrarea practică nr.13.....240
13.INTOCMIREA PLANULUI TOPOGRAFIC SI REPREZENTAREA RELIEFULUI.....240
13.1.Generalităţi.....240
13.2.Reprezentarea detaliilor planimetrice.....241
13.3.Reprezentarea reliefului pe planul topografic.....246

Lucrarea practică nr.14.....248
14.CUNOASTEREA SI MINUIREA APARATAJULUI DE FOTOGRAMMETRIE...248
14.1.Generalităţi.....248
14.2.Fotograma.....248
14.3.Lucrări de fotogrammetrie planigrafică.....256
14.3.1.Redresarea aerofotogramelor.....257
14.4.Lucrări de stereofotogrammetrie.....260

BIBLIOGRAFIE.....273

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

P R E F A Ţ Ă-

Activitatea complexă a oricărui geograf impune în permanenţă contactul şi lucrul cu hărţi, fie din categoria celor topografice şi a altora cu un conţinut general, fie din acea foarte diversificată a hărţilor tematice. Această necesitate apare ca urmare a numeroaselor şi multiplelor avantaje pe care le oferă harta geografică în general faţă de alte mijloace de studiere şi cunoaştere a obiectelor şi fenomenelor naturale şi sociale de pe suprafaţa planetei noastre.

Avantajele utilizării hărţii geografice constau în principalele ei caracteristici, ea fiind în primul rînd o reprezentare în plan, micşorată şi generalizată a suprafeţei Pămîntului şi a fenomenelor naturale ori sociale de pe ea, executată după reguli matematice.

De asemenea, hărţile prezintă mari avantaje şi faţă de observarea directă, iar pentru geografie constituie atît un instrument de cunoaştere şi cercetare a suprafeţei Pămîntului, cît şi un mijloc de exprimare.

Pentru toate avantajele sale, harta este mult utilizată astăzi în aproape toate domeniile activităţii umane şi mai ales în cercetările geografice şi geologice.

Insă, utilizarea corectă şi eficientă a hărţilor geografice impune în prealabil o temeinică pregătire cartografică şi topografică.

Prezenta lucrare a fost realizată anume în sprijinul celor care utilizează sau întocmesc hărţi şi alte produse cartografice, ca un îndrumar de lucrări practice de cartografie şi topografie. Ea a fost întocmită în acord cu programele analitice ale celor două discipline ce se predau la secţia de Geografie şi cuprinde două părţi: Partea a I-a - Lucrări practice de Cartografie şi Partea a II-a - Lucrări practice de Topografie, acordînd o atenţie mai mare părţii de Cartografie, mai mult legată de specificul activităţii geografice.

Lucrarea se adresează în primul rînd studenţilor din

anul I, secţia Geografie, dar în bună măsură ea poate fi utilă şi studenţilor geologi, biologi-botanişti sau istorici-arheologi, cît şi cadrelor didactice care predau disciplina Geografie în învăţămîntul gimnazial şi liceal.

Autorul

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

PARTEA A I-A

LUCRARI PRACTICE DE CARTOGRAFIE

LUCRARILE PRACTICE NR.1, NR.2 si NR.3

1. CITIREA HARTILOR SI PLANURILOR TOPOGRAFICE

1.1. Generalităţi

Citirea unei hărţi constă în descifrarea şi înţelegerea teritoriului şi a fenomenelor reprezentate cu ajutorul mijloacelor grafice utilizate la redarea lor. Prin această operaţiune se urmăreşte: obţinerea caracteristicilor calitative şi cantitative ale obiectelor şi fenomenelor reprezentate, înţelegerea interdependenţei şi a răspîndirii lor în spaţiul geografic, obţinerea unor concluzii asupra particularităţilor teritoriului şi a fenomenelor reprezentate, ceea ce necesită şi executarea unor măsurători pe hartă (operaţiuni cartometrice).

Harta geografică este o reprezentare în plan, convenţională, micşorată şi generalizată a suprafeţei Pămîntului şi a fenomenelor naturale sau sociale de pe ea, reprezentare executată pentru o anumită destinaţie şi după reguli matematice.

Înfăţişarea unui teritoriu sau a unui fenomen este redată pe hărţile geografice în mod simbolizat, prin desene mici şi schematice denumite semne convenţionale sau simboluri cartografice. Totalitatea acestor simboluri alcătuieşte conţinutul hărţii. Citirea oricărei hărţi necesită în primul rînd cunoaşterea semnelor convenţionale utilizate pe ea, deci studierea legendei hărţii.

După conţinutul lor, hărţile geografice se împart în două categorii - generale şi tematice, iar în funcţie de mărimea scării de proporţie se deosebesc 3 categorii: hărţi geogfafice la scară mare (cu scara de proporţie de 1:25.000-1:200.000), hărţi la scară mijlocie (1:200.000-1:1.000.000) şi hărţi la scară mică (cu numitorul scării mai mare de 1.000.000). Hărţile geografice generale la scară mare mai sînt denumite hărţi topografice.

Harta topografică este reprezentarea grafică micşorată

a unei porţiuni mici din suprafaţa terestră, la o scară de proporţie mare (1:25.000-1:200.000) şi la care se ţine seama de forma elipsoidală a suprafeţei Pământului.

Planul topografic este reprezentarea grafică micşorată a unei porţiuni foarte mici de teren, la o scară foarte mare (1:100-1:25.000) şi la care este posibil a nu se ţine seama de sfericitatea Pământului.

1.2. Elementele de conţinut ale hărţilor geografice generale

Pe aceste hărţi se reprezintă în totalitate sau numai o parte a suprafeţei terestre cu detaliile vizibile, fotografiabile sau măsurabile în teren cu aparatura topografică ori fotogrammetrică. Toate grupele de detalii ale suprafeţei terestre sau elemente geografice sînt reprezentate în egală măsură, fără a se insista la reprezentarea unui element în detrimentul altora. Hărţile topografice constituie o grupă importantă din categoria hărţilor geografice generale.

Pe orice hartă geografică generală există şapte grupe de detalii ale suprafeţei terestre sau elemente de conţinut: 1.Reliefu1; 2.hidrografia; 3.vegetaţia şi solul; 4. aşezările omeneşti; 5. căile de comunicaţii; 6. detalii economice şi culturale; 7.detalii politico-administrative.

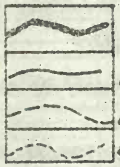
Primele trei grupe de detalii aparţin cadrului natural şi alcătuiesc elementele fizico-geografice ale conţinutului, în timp ce ultimele patru aparţin activităţii omului pe suprafaţa terestră şi sînt denumite elemente social-economice. Elementele de conţinut ale hărţilor geografice generale mai sînt grupate în elemente altimetrice (reliefu1) şi elemente planimetrice (incluzînd celelalte 6 grupe).

Reprezentarea elementelor de conţinut pe hărţile geografice generale se realizează cu ajutorul unor semne convenţionale (simboluri cartografice). Deoarece hărţile topografice se întocmesc pe multe foi, fiecare avînd desenat un mare număr de semne convenţionale, multe din ele repetîndu-se, dar totalizînd mai multe sute, acestea se tipăresc în legende speciale sub forma unor culegeri denumite "Atlase de semne convenţionale". Prezentăm

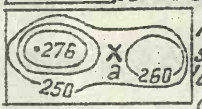
TABEL Nr.1 Principalele semne convenționale folosite pe hărțile topografice românești actuale

I DETALII FIZICO-GEOGRAFICE

1. RELIEFUL

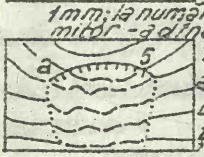

Curbă de nivel principală
Curbă de nivel normală
Curbă de nivel ajutătoare
Curbă de nivel accidentală

Curbe de nivel cu indicatoare de pantă (bergstrichuri)



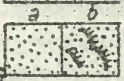
Înscrierea cotelor și a valorii curbelor de nivel; a. trecători (pasuri) principale

Râpe și viroage: a. cu lățimea pe hartă peste 1mm; b. Cu lățimea pe hartă sub 1mm; la numărător-lățimea, la numitor-adâncimea în m.

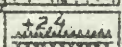


Alunecări de teren; a. abrupt de desprindere (cornișă), cu înălțimea de 5m

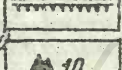
Suprafețe de teren cu pietriș de râu



Nisipuri: a) uniforme; b) cu dune



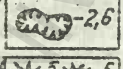
Diguri (+2,4 = înălțimea în metri)



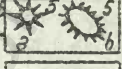
Colți de stâncă (10 = înălțimea în metri)

Îngrămădiri de pietre

Gropi, excavații (-2,6 = adâncimea în metri)



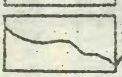
Movile (5 - înălțimea în metri) a. care nu se pot reda la scara hărții; b. care se pot reda la scara hărții.



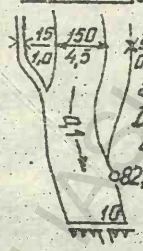
Intrări în peșteri sau grote (la numărător-diametrul mediu al intrării; la numitor-Lungimea peșterii în metri.

2. HIDROGRAFIA

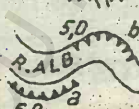
Râuri care seacă


Râuri cu o lățime ce nu se poate exprima la scara hărții

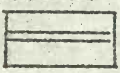
Râuri cu o lățime exprimabilă la scară hărții

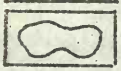


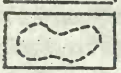
Lățimea (la numărător) și adâncimea (la numitor) a râurilor
Direcția și viteza medie de curgere a apei (0,1 m/s)
Cota nivelului apei
Baraj (10 - Lățimea în metri la partea superioară.

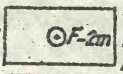


Maluri abrupte: a. cu plajă; b. fără plajă (5,0 înălțimea în metri)

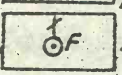

Canaluri


Lac cu linie de mal permanentă

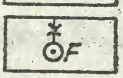

Lac cu linie de mal variabilă (lac care seacă)



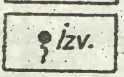
Fântâni puțuri (2m - adâncimea în metri)



Fântâni cu cumpănă

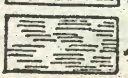


Fântâni cu motor de vânt



Izvoare

Mlaștini inaccesibile, cu vegetație


Mlaștini accesibile

3. VEGETAȚIA ȘI SOLUL

Conturul elementelor de sol și vegetație

pin 25/0,30 6 — Păduri de conifere

fag 18/0,40 5 — Păduri de foioase

brad fag 20/0,25 5 — Păduri mixte

20/0,25 5 — 20-înălțimea copacilor, 0,25-grosimea, 6-distanța între copaci în metri

a b — Copaci izolați, care au valoarea unor repere de orientare: a-conifere; b-foioase.

Lăstărișuri, pepiniere silvice sau plantații tinere de pădure cu înălțimea pînă la 4m.

Fîșii înguste de pădure sau plantații pentru protecție

Fîșii înguste de tufăriș sau garduri vii.

Păduri doborîte de furtuni

Păduri rare

a. Păduri arse sau cu copaci uscați.
b. Păduri tăiate

Grupuri izolate de tufăriș

Desișuri compacte de tufăriș

Grupuri de jnepeni

Vegetații ierboase de stepă

Fînețe

Islaz

Desișuri de stuf sau păpuriș

Sărături: a. umede, inaccesibile; b. accesibile

II DETALII ECONOMICO-GEOGRAFICE

4. CĂI DE COMUNICAȚII

Căi ferate duble

Căi ferate simple cu terasamentul pentru două linii

Căi ferate simple cu terasamentul pentru o linie

Stație de cale ferată

C — Canton de cale ferată

Căi ferate duble electrificate

Cale ferată trecînd peste un drum

Cale ferată trecînd pe sub un drum

Treceri la același nivel

Tuneluri

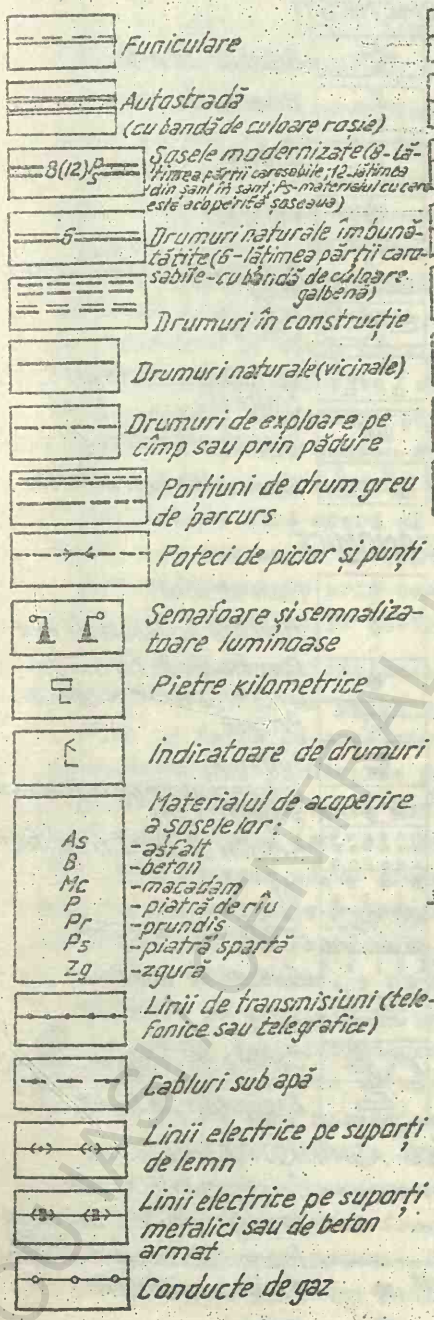
Căi ferate în construcții

-5 — Debleu (-5 = adîncimea în metri)

+4,5 — Rambleu (+4,5 = înălțimea în metri)

Linii de tramvai

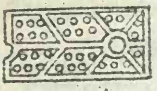
BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY


Funiculare
Autostradă (cu bandă de culoare roșie)
8(12) Ps
Șosele modernizate (8-lățimea părții carosabile; 12-lățimea din șanț în șanț; Ps-materialul cu care este acoperită șoseaua)
6
Drumuri naturale îmbunătățite (6-lățimea părții carosabile-cu bandă de culoare galbenă)
Drumuri în construcție
Drumuri naturale (vicinale)
Drumuri de exploare pe cîmp sau prin pădure
Porțiuni de drum greu de parcurs
Potece de piciar și punți
Semafoare și semnalizatoare luminoase
Pietre kilometrice
Indicatoare de drumuri
Materialul de acoperire a șoselelor:
As -asfalt
B -beton
Mc -macadam
P -piatră de rîu
Pr -prundiș
Ps -piatră spartă
Zg -zgură
Linii de transmisiuni (telefonice sau telegrafice)
Cabluri sub apă
Linii electrice pe suporți de lemn
Linii electrice pe suporți metalici sau de beton armat
Conducte de gaz
Conducte de petrol la suprafață (culoare neagră)
Conducte de petrol subterane (culoare neagră)
Conducte de apă la suprafață (culoare albastră)
Conducte de apă subterană (culoare albastră)
Stații de radio
Oficii postale
Antene de radioemisiune
a b
Oficii telefonice (a) și telegrafice (b)
vd 1,2/7 Vaduri (la numărător-adîncimea în metri; la numitor-natura fundului)
tr. Locuri de trecere peste apă
5
pd. umbl. Poduri umblătoare (bacuri) (5-tonaj)
15-6/5 Poduri de lemn cu lungimea de 10m sau mai mare (la numărător lungimea și lățimea în metri; la numitor-tonajul)
Poduri pe suporți plutitori
50-10 Poduri metalice (50-lungimea, 10-lățimea în metri)
Poduri de piatră sau de beton armat
Poduri etajate de piatră sau de beton armat
Loc de ancorat sau cheiuri
Debarcader cu dane amenajate
Semnale stabile ale navigației
Caracteristica naturii fundului vadului:
P -pietros (cu pietre mari)
T -tare (pietros neted, de prundiș)
N -nisipos compact
M -moale (argilos, mîlos)

5 AȘEZĂRI OMENEȘTI

Oraș (fragment)

Sat (pătratele și dreptunghiurile reprezintă locuințe omenești)


Parcuri

Aerodrom (a) și teren de aterizare (b)

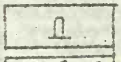
Stații meteorologice

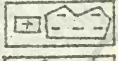
Biserici de zid

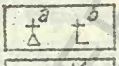
Biserici de lemn

Capele

Moschei

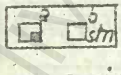

Monumente, statui, turnuri, stîlpi


Cimitire



Morminte izolate (a) troițe (b)

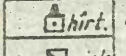
Case de pădurar



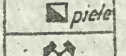
Case izolate (a) și stîne (b)

6. DETALII ECONOMICE

Coșuri de fabrici sau de uzine

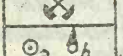


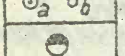
Uzine, fabrici sau mori cu coșuri



Uzine, fabrici sau mori fără coșuri

Mină în funcțiune


Mină părăsită

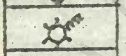


Sondă de petrol sau de gaze: a. fără turlă; b. cu turlă

Depozite de carburanți

Stații pentru alimentare auto

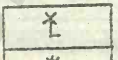
Uzine electrice


Cabine cu transformator electric

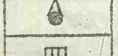
Gatere de apă

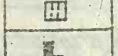
Roată de irigație

Mori de apă

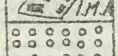

Mori de vînt

Motoare acționate de vînt

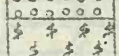

Construcții în formă de turnuri (castele de apă etc.)


Prisacă

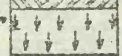
Silozuri

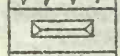


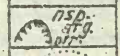
Întreprindere de mecanizare a agriculturii


Grădini de pomi fructiferi

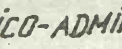
Vii


Grădini de zarzavat

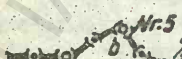

Culturi de orez


Seră

Cariere de nisip, argilă sau piatră

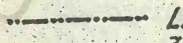

Exploatări de turbă

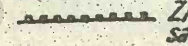
7. DETALII POLITICO-ADMINISTRATIVE

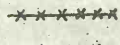


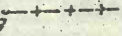
Frontieră între state (a. barne; b. stîlpi de frontieră)

Limită de județ


Ziduri (de piatră, cărămidă sau metal, înalte peste 1m)


Garduri de lemn


Împrejmuiri de nuiele


Împrejmuiri de sîrmă ghimpată

Împrejmuiri cu plasă de sîrmă

Pichet de grăniceri

Vamă

mai jos (Tabelul nr.1) unele semne mai utilizate dintre semnele convenționale folosite pe hărțile topografice actuale românești.

Semnele convenționale utilizate pe hărțile geografice generale pot fi grupate după diverse criterii. Astfel, după felul dimensiunilor se deosebesc: a. semne convenționale de contur, acelea care se desenează cu dimensiuni variabile în funcție de scara hărții - de exemplu conturul unei păduri, al unui lac ș.a.; b. semne convenționale fără scară, cele folosite la reprezentarea unor detalii mici ale terenului, a căror arie nu poate fi exprimată la scara hărții. Cu toate că în teren, astfel de detalii au mărimi diferite, sînt redate prin semne convenționale având aceleași dimensiuni pe toată suprafața hărții. Așa sînt simbolurile utilizate pentru fîntîni, mori de apă, stații meteorologice, prisăci ș.a. Numărul detaliilor reprezentate prin semne convenționale fără scară și dimensiunile acestora depinde de scara hărții; cu cît scara hărții va fi mai mică, cu atît numărul detaliilor reprezentate prin semne convenționale fără scară va fi mai mare, iar dimensiunile acestora vor fi mai mici.

Semnele convenționale de contur și cele fără scară constituie categoria de semne convenționale propriu-zise, ele fiind plasate pe hartă cu precizie, în funcție de coordonatele lor. În afara acestora, pe hărțile geografice generale se mai utilizează și semnele convenționale explicative care nu se fixează pe hartă după coordonatele lor, ci lîngă simbolurile convenționale acolo unde este necesar să ne ofere lămuriri și date suplimentare cu privire la detaliile reprezentate. Ele se redau pe hartă în forme diferite: fie sub forma unor semne-punct fizionomice, desenate cu aceeași dimensiune pe toată harta, cum sînt simbolurile plasate ici-colo pe arealele cu pădure, indicînd-ne care sînt speciile de arbori dominante, specifice - de foioase ori de răşinoase; sub formă cifrică, fie ca valori simple-cum sînt acelea care indică înălțimea unei movile, unui rambleu sau a unui colț de stîncă, adîncimea unui debleu sau viteza medie a apei unui rîu, înălțimea unei cornișe de alunecare, lățimea unui drum modernizat ș.a., fie sub forma unei fracții, notate de exemplu, în interiorul conturului unei păduri, indicînd înălțimea medie a arborilor, la numărător și grosimea medie a acestora, la numitor, ori lîngă

simbolul unui pod, indicînd lungimea şi lăţimea în metri, la numărător şi tonajul maxim suportabil, la numitor; sau sub formă literară, cum sînt denumirile prescurtate ale speciilor de arbori predominanţi dintr-o pădure, simbolurile chimice sau ale sărurilor dominante în apa unui izvor mineral ş.a.

1.3. Reprezentarea reliefului pe hărţile topografice

Dintre toate elementele de conţinut ale hărţilor geografice generale, cel mai greu de reprezentat este relieful. Cu toate acestea, reprezentării reliefului i s-a acordat întotdeauna o atenţie deosebită, fiind un element de bază al cadrului natural şi implicat în activitatea antropică de zi cu zi.

Cea mai mare dificultate în reprezentarea reliefului se datoreşte faptului că, faţă de suprafaţa plană a hîrtiei de desen cu două dimensiuni, acest element are o desfăşurare în spaţiu, posedînd şi a treia dimensiune, înălţimea.

O altă greutate în reprezentarea reliefului este determinată de varietatea foarte mare a formelor şi aspectelor sale, ceea ce necesită imaginarea unei multitudini de mijloace de redare grafică.

Pentru reprezentarea reliefului pe hărţi, astăzi sînt utilizate opt metode fundamentale: 1. metoda cotelor; 2. metoda curbelor de nivel; 3. metoda fonţelor hipsometrice; 4. metoda haşurilor; 5. metoda punctelor dimensionate; 6. metoda umbririi; 7. metoda stereoscopică; 8. metoda perspectivă. Primele şapte metode, prezintă relieful privit vertical, deci proiectat ortogonal pe un plan de referinţă orizontal, în timp ce ultima îl prezintă perspectiv.

Pentru reuşita reprezentării reliefului pe hărţi, au o mare importanţă două proprietăţi: comensurabilitatea şi plasticitatea. Comensurabilitatea este proprietatea care permite determinarea pe hartă a unor elemente cantitative ale reliefului: altitudinea în diverse puncte, mărimea pantelor, aria şi volumul formelor sale. Plasticitatea oferă posibilitatea distingerii pe hartă a formelor reliefului fără efort, dintr-o privire.

Metodele fundamentale de reprezentare a reliefului men-

ţinute îndeplinesc de obicei doar una din cele două proprietăţi: a doua şi a treia prezintă în principal comensurabilitatea, iar ultimele mai ales plasticitatea. Ca urmare, în unele cazuri, se procedează la combinarea pe aceeaşi hartă a două sau trei metode fundamentale, obţinându-se o reprezentare a reliefului cu ambele proprietăţi.

Pe hărţile topografice româneşti actuale sînt utilizate, pentru reprezentarea reliefului, primele două metode fundamentale, iar pentru redarea unor microforme naturale - movile, excavaţii naturale, eroziuni, ravene, maluri abrupte, carnige de alunecare, celţi de stîncă, îngrămădiri de pietre, terenuri nisipoase ş.a., sau a formelor de relief antropic - rambleu, debleu, canaluri, şanţuri, baraje, cariere ş.a. se apelează la semne speciale (Tabelul nr.1).

1.3.1. Metoda cotelor

Aceasta este cea mai simplă metodă şi constă în marcarea altitudinii reliefului în puncte caracteristice.

In exemplul din Fig.1, se observă că metoda încarcă harta cu cote, iar pentru identificarea formelor de relief, este necesar un efort mare de imaginaţie, prin care, în cele din urmă se ajunge la rezultate foarte modeste.

In general, folosită singură, metoda cotelor prezintă numeroase neajunsuri: nu permite deloc evaluarea pantelor, nu oferă decît indicaţii generale asupra treptelor de relief şi asupra altitudinilor, nu prezintă nici comensurabilitate, nici plasticitate. Ca urmare, astăzi este utilizată doar ca metodă complimentară la reprezentarea reliefului prin alte metode, pentru precizarea altitudinii diverselor înălţimi situate între curbe de nivel, sau ca metodă independentă, pe hărţi tematice, în care reprezentarea reliefului se cere doar secundar - ca, de exemplu, pe hărţile economice, geobotanice ş.a.

1.3.2. Metoda curbelor de nivel

Este metoda de bază utilizată la reprezentarea reliefului pe hărţile geografice generale actuale. Ea ajută şi la reprezentarea reliefului prin alte metode fundamentale - umbriri,

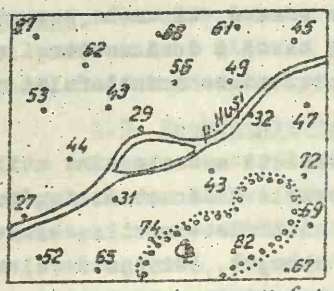


Fig. 1 Reprezentarea reliefului prin metoda cotelor

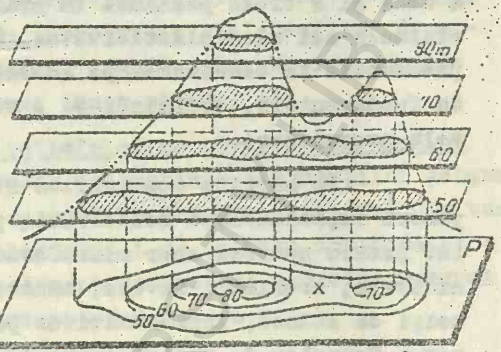
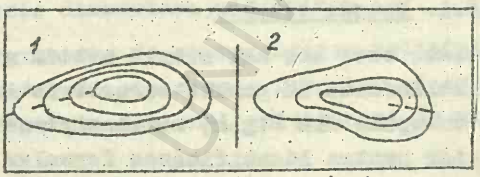
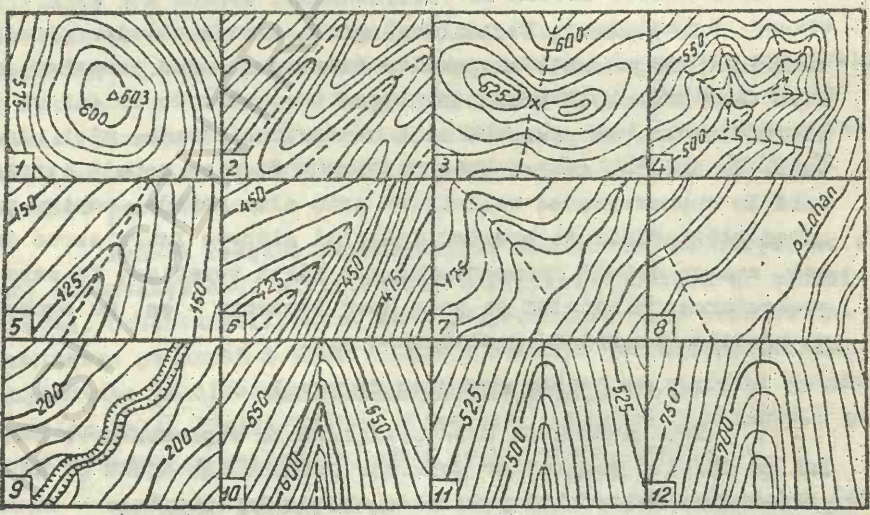


Fig. 2 - Obținerea reprezentării reliefului prin curbe de nivel

Fig. 3 - Reprezentarea reliefului prin curbe de nivel



a - Poziția indicatoarelor de pantă (bergstrich-uri) la reprezentarea unor forme de relief: 1 - pozitive; 2 - negative



b - Reprezentarea unor forme de relief prin curbe de nivel
1 - deal; 2 - colină; 3 - înșeuare; 4 - bazin de recepție; 5 - vale simetrică; 6 - vale asimetrică; 7 - con de dejecție; 8 - terase; 9 - albie minoră adîncită; vale în formă de V ascuțit (10), de V cu bază lărgită (11) și de U (12)

tenteler hipsometrice şi haşurilor.

Această metodă constă din unirea, pe hartă, prin linii curbe continue închise a tuturor punctelor cu aceeaşi valoare rotundă a altitudinii reliefului. Aceste linii sînt deci nişte isolinii, fiind denumite curbe de nivel, curbe hipsometrice sau izohipse (pe hărţile la scară mică).

Teoretic, curbele de nivel se obţin prin secţionarea unei forme de relief cu plane orizontale, paralele şi echidistante pe verticală şi proiectarea punct cu punct a conturului secţiunilor rezultate, cu proiectante ortogonale pe un plan de referinţă orizontal (Fig.2).

Din reprezentarea obţinută se observă că pantele mai abrupte sînt figurate prin curbe de nivel mai apropiate, iar cele mai line prin curbe mai distanţate. Este evident că o depresiune s-ar reprezenta printr-un sistem de curbe asemănător. Ca urmare, pentru a nu se confunda formele de relief pozitive cu cele negative, pe hartă se trasează din loc în loc nişte liniuţe perpendiculare pe curbe şi în sensul descreşterii pantei numite indicatoare de pantă sau berrastrich-uri (Fig.3 a)

In practică, curbele de nivel se obţin pornind de la un plan cotat (plan cu multe cote, acestea fiind valori oarecare,cu zecimale). Poziţia punctelor cu valoare rotundă se obţine prin interpolare, curbele de nivel rezultînd din unirea punctelor cu aceeaşi valoare rotundă a altitudinii reliefului. Exactitatea curbelor de nivel obţinute în acest mod este cu atît mare cu cît densitatea şi exactitatea determinării cotelor sînt mai mari, după cum ea depinde şi de alegerea judicioasă a acestora în teren.Totodată, poziţia planimetrică a acestor curbe de nivel nu este prea exactă, datorită descentrării pe care o produce interpolarea. In ultimele decenii, curbele de nivel se obţin automat prin prelucrarea aerofotogramelor cu aparatură complexă şi în acest caz poziţia lor planimetrică este mai bună.

Distanţa pe verticală dintre două plane de secţionare a reliefului este constantă şi denumită echidistanţă. Ea este de două feluri: naturală (reală) şi grafică. In Fig.2, echidistanţa naturală este distanţa în metri dintre planele de secţio-

mare a formei de relief, respectiv de 10 m. Echidistanţa grafică este valoarea echidistanţei reale redusă la scara hărţii. Astfel la scara 1:25.000, echidistanţa naturală de 5 m dă o echidistanţă grafică de 0,2 mm.

Pe hărţile topografice, echidistanţa naturală, se stabileşte în funcţie de scara hărţii şi de natura reliefului reprezentat. La aceeaşi echidistanţă, curbele sînt cu atît mai dese cu cît scara este mai mică, întrucît echidistanţa grafică se micşorează. În general, s-a adoptat ca echidistanţă medie aceea care, redusă la scară, corespunde limitei desenului grafic (0,2 mm). Această echidistanţă grafică (e) corespunde unei echidistanţe naturale E, care depinde de scara hărţii. Astfel, echidistanţa grafică e=0,25 mm, pe un plan la scară 1:1.000 corespunde unei echidistanţe E=0,25 m; la scara 1:10.000, E=2,50 m iar la scara 1:100.000, E=25 m.

Valoarea echidistanţei naturale variază şi în funcţie de tipul de relief care este reprezentat. Astfel, pentru hărţi la aceeaşi scară, la reprezentarea unei regiuni de cîmpie, în care obişnuit pantele sînt reduse, este necesară alegerea unei echidistanţe naturale mici. Pentru o regiune de munte, unde reliefuL are pante accentuate, o echidistanţă mică ar duce însă la înghesuirea şi chiar contopirea curbelor de nivel, împiedicînd introducerea pe hartă a simbolurilor pentru detaliile planimetrice. Ca urmare, pentru regiunile montane se utilizează echidistanţe mai mari. În general se recomandă să se evite folosirea pe aceeaşi hartă a unor echidistanţe diferite pentru a nu îngreuna citirea reliefului.

Conform tabelului nr.2, pe hărţile topografice româneşti actuale sînt utilizate următoarele echidistanţe pentru curbele de nivel normale:

TABELUL Nr.2

Valorile echidistanţei naturale utilizate pe hărţile topografice româneşti actuale

Scara hărţii	Echidistanţa naturală a curbelor de nivel normale	
	Pentru regiuni de cîmpie şi podiş	Pentru regiuni de munte
1:25.000	5 m	10 m
1:50.000	10	20
1:100.000	20	40
1:200.000	40	80

B.C.U. "M. EMINESCU" IAŞI

Valoarea echidistanței curbelor de nivel este înscrisă pe fiecare foaie a hărților topografice, pe marginea de sub cadrul sudic și ea se referă la curbele de nivel normale.

Curbele de nivel sînt de mai multe feluri, desenate pe hărți prin linii diferite: curbe de nivel principale, normale, ajutătoare și accidentale.

Uneori mai ales pentru terenuri cu pante foarte mici, prin păstrarea unei echidistanțe constante pe toată harta, pot apare situații în care unele detalii de relief să scape reprezentării, nefiind interesetate de planele imaginare de secționare a reliefului. Pentru a reprezenta totuși și astfel de detalii, pe lîngă curbele de nivel normale, redate prin linie subțire continuă, se introduc curbe de nivel ajutătoare, la jumătatea echidistanței curbelor normale și redate prin linie subțire întreruptă cu segmente lungi sau curbe accidentale la $\frac{1}{4}$ din echidistanța celor normale și redate prin linie subțire întreruptă cu segmente foarte scurte.

Față de alte metode de reprezentare a reliefului, metoda curbelor de nivel are cîteva avantaje deosebite: prezintă în cel mai înalt grad proprietatea de comensurabilitate și nu încarcă harta, permițînd introducerea a numeroase semne convenționale pentru redarea detaliilor planimetrice.

În schimb, metoda curbelor de nivel prezintă și unele dezavantaje, dintre care amintim slaba plasticitate și slaba intuitivitate; ea permite distingerea formelor de relief numai după un exercițiu de citire a hărții mai îndelungat. Pentru diminuarea acestui neajuns, în decursul timpului au fost imaginate și încercate mai multe procedee, din care procedeul îngroșării unor curbe de nivel este cel mai simplu și folosit și astăzi. Obișnuit, fiecare a cincea curbă de nivel normală se îngroașă devenind curbă de nivel principală. Procedeul mărește foarte puțin plasticitatea, dar are avantajul că ajută la o mai ușoară determinare a valorii curbelor de nivel.

1.3.3. Noţiuni elementare de geomorfologie

In vederea caracterizării formelor de relief reprezentate pe hărţile topografice în curbe de nivel, considerăm că este absolut necesară cunoaşterea principalelor noţiuni elementare de geomorfologie. Utilizînd termenii şi definiţiile formulate în "Dicţionarul geomorfologic" (V.Băcăuanu, I.Donisă, I. Hârjoabă - 1974), acestea ar fi următoarele:

Vale - formă negativă de relief, îngustă şi prelungă, cu o pantă longitudinală domoală, dar continuă, într-o singură direcţie, creată prin acţiunea dominantă a apelor curgătoare. Pe hărţile topografice, văile pot fi identificate uşor, curbele de nivel fiind în lungul lor concave spre punctul de confluenţă a rîului.

Albie minoră - Canalul prin care se scurge, în mod obişnuit, apa unui rîu; ea poate fi unitară sau despletită în braţe secundare.

Mal - Margine de înclinări şi înălţimi variate a albiei minore a unui rîu. Acolo unde albia minoră prezintă sinuozităţi şi meandre, malul concav este abrupt, datorită eroziunii laterale la care este supus, în timp ce malul convex are o înclinare slabă, datorită depunerii aluviunilor. Malurile abrupte sînt redate pe hărţile topografice printr-un semn special, sub forma unei linii groase cu numeroase bergstrich-uri.

Ostrov - Insulă fluviatilă aluvială de formă alungită, creată prin acţiunea de aluvionare în albia minoră. Pe hărţi este redat printr-un simbol special, un areal cu puncte mici.

Meandru - Sinuozitate accentuată a unui rîu care apare, de obicei, în sectoarele în care panta este redusă.

Vad - Porţiune din albia minoră a unui rîu caracterizată prin maluri joase şi apă puţin adîncă, prin care se poate trece de pe un mal pe altul.

Albie majoră - Suprafaţa fundului de vale acoperită de apele rîului în timpul perioadelor de nivel maxim. Ea poate fi dezvoltată simetric sau asimetric faţă de albia minoră.

Versant -Formă de relief înclinată reprezentînd un flanc de vale, de deal sau de munte. O vale are doi versanţi, denumiţi versantul stîng şi versantul drept, cum privim în direcţia de curgere a apei rîului.

Pantă - Înclinarea unui versant, a unei suprafeţe de teren, a profilului longitudinal al unui talveg. Ea se exprimă prin valoarea în grade, a unghiului format de linia considerată şi un plan orizontal.

Vale asimetrică - Vale a cărei versanţi au înclinări diferite. Pe hărţile topografice, astfel de văi se recunosc uşor, curbele de nivel care redau versantul mai înclinat fiind mult mai apropiate între ele faţă de acelea care redau versantul mai puţin înclinat.

Vale simetrică - Vale al cărei versanţi sînt egal înclinaţi. La aceste văi, curbele de nivel sînt egal distanţate pe ambii versanţi.

Terasă - Formă de relief cu aspect de treaptă, situată în lungul văilor fluviale, în lungul ţărmurilor marine şi lacustre.

Terasă fluviatilă - Treaptă de relief din lungul rîurilor, care ia naştere din vechi albii majore, ca urmare a adîncirii arterei hidrografice.

Podul terasei - Suprafaţa plană şi aproape orizontală a terasei care, spre axul văii, domină fruntea terasei, iar în partea opusă este dominată, la rîndul ei, de restul versantului sau de fruntea unei terase mai înalte.

Fruntea terasei - Abruptul prin care terasa domină albia majoră sau podul terasei inferioare pe care se sprijină. Pe hărţile topografice, terasele fluviatile se pot recunoaşte printr-o alternanţă de fîşii înguste şi paralele cu axa văii, redate printr-un grup de curbe de nivel foarte apropiate şi fîşii mai largi, redate prin curbe de nivel foarte distanţate.

Talveg - Linia care uneşte punctele cu altitudinea cea mai coborîtă din lungul albiei minore a unui rîu.

Cumpăna apelor (linia de despărțire a apelor) - Linia care delimitează bazinele hidrografice a două râuri vecine. De la această linie, apele de suprafață se dirijează în sensuri opuse. În teren ea corespunde cu linia altitudinilor maxime dintre două văi vecine. Pe hărțile topografice, ea poate fi trasată cu ușurință urmărind configurația curbelor de nivel.

Torent - Formă de relief care ia naștere în urma acțiunii apelor torențiale. Acesta are aspectul unui bazin hidrografic în miniatură.

Interfluviu - a) Regiunea cuprinsă între talvegurile a două văi vecine; b) Regiunea care se întinde între două văi vecine, începînd de la limita superioară a versanților acelor văi. Curbele de nivel care redau interfluviile au în general o formă convexă spre fundul văii principale sau spre punctul de confluență fie dintre o vale secundară și valea principală, fie dintre două văi secundare. Interfluviile au forme diferite care pot fi ușor identificate pe hărțile în curbe de nivel după configurația și distanța dintre acestea.

Deal - Formă pozitivă de relief cu înălțimi de ordinul a cîteva sute de metri, caracterizată printr-o masivitate pronunțată.

Munte - Formă pozitivă de relief care poate avea înfățișări foarte variate. Este caracterizată prin altitudine absolută mare, de obicei peste 800 m și îndeosebi printr-o mare energie a reliefului.

Energia reliefului. Diferența de înălțime dintre două puncte vecine de altitudine maximă și altitudine minimă. Este sinonimă cu adîncimea fragmentării reliefului, amplitudinea reliefului, fragmentarea verticală a reliefului.

Colină - Formă specifică de deal mai scund, lung și îngust, cu versanții în general puternic înclinați, culmea fiind slab ondulată și înclinată în sensul de curgere a rîurilor ce o înșeuează.

Creastă - Culme îngustă de colină, deal sau munte, formată prin intersecția versanților relativ abrupți.

Mamelon - Ridicătură de teren izolată, având de obicei vîrful rotunjit. Pe hartă sînt redate prin curbe de nivel închise.

Platou - Formă pozitivă de relief cu suprafaţa plană sau uşor vălurită şi care este orizontală sau slab înclinată, fiind mărginită de abrupturi sau de versanţi puternic înclinaţi. Pe hărţile topografice, este redat prin curbe de nivel mult distanţate, apelîndu-se şi la curbe ajutătoare.

Movilă - Formă pozitivă de relief, de regulă de origine antropică, de mici dimensiuni şi cu aspect de calotă sferică. Sînt mai frecvente în regiunile de cîmpie şi de dealuri, iar pentru reprezentarea lor pe hartă este utilizat un semn special (Tabelul 1).

Şa - Porţiune mai coborîtă a unei culmi muntoase sau deluroase. Trecerea de la sectoarele mai înalte din lungul unei culmi la sectorul mai coborît, care formează şaua propriu-zisă, se face gradat.

Pas - Loc mai coborît, îngeunare, care favorizează traversarea unei culmi sau a unui lanţ montan.

Ravenă (Rîpă torenţială) - Formă de relief cu aspect de şanţ, care ia naştere pe suprafeţele înclinate, formate din roci friabile, în urma acurgerii torenţiale. În interiorul său, eroziunea conformă este înlocuită, în mare măsură, de cea regresivă.

Piemont (P. de eroziune, P. de acumulare) - Formă de relief cu aspectul unui vast plan înclinat care face racordul între o regiune muntoasă şi regiunile joase din jur.

Glacis - Formă de relief aproape netedă şi uşor înclinată care mărgineşte un versant de munte, deal, cuestă, frunteo unei terase etc.

Defileu - Sector de vale îngustă, încadrat între două sectoare mai largi.

Chei - Sector de vale îngustă şi adîncă, cu pereţii verticali sau aproape verticali, săpat în roci dure, mai ales calcaroase.

Deblen - Microformă negativă de relief antropic, sub forma unui şanţ de mari dimensiuni, necesar construirii căilor de comunicaţii.

Rambleu - Formă de relief antropic efectuată în vederea ridicării terenului pe care se construiesc şoselele, căi ferate etc. Are aspectul unui mic dig cu înălţimi variabile faţă de terenul înconjurător.

Depresiune - Sector al scoarţei terestre, de dimensiuni variabile, caracterizat printr-o altitudine inferioară faţă de regiunile înconjurătoare.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

LUCRAREA PRACTICA Nr.4

2. SCARA DE PROPORTIE A HARTILOR

2.1. Generalităţi

Scara de proporţie este raportul constant de micşorare cu ajutorul căruia se face trecerea de la dimensiunile măsurate pe teren la cele de pe plan sau hartă. Ea reprezintă un element matematic foarte important al tuturor categoriilor de hărţi.

Spre deosebire de hărţile geografice, globul geografic este cea mai fidelă reprezentare a Globului pământesc. Prin proiectarea suprafeţei sferoidale a Pământului pe un glob geografic, lungimile nu sînt deformate, respectiv scara de proporţie, raportul dintre o lungime de pe globul geografic şi corespondentă ei de pe suprafaţa terestră, este mereu aceeaşi, este constantă în orice parte a globului. Orice linie de pe sfera terestră apare pe globul geografic redusă în raportul $\frac{r}{R}$ (R=raza sferei terestre; r=raza globului geografic).

Harta este o reprezentare deformată, pe un plan, a suprafeţei sferice a Pământului şi ca urmare prezintă unele inconveniente privind scara de proporţie, care nu este aceeaşi pe toată suprafaţa ei.

Pe hărţile la scară mică, reprezentînd suprafeţele mari de teren, scara este constantă numai pe anumite linii şi direcţii, în funcţie de elementele nedeformate prin trecerea de la suprafaţa sferică la cea plană - scara principală.

Pe hărţile la scară mare (hărţi topografice) şi foarte mare (planuri topografice), la care sfericitatea Pământului poate fi neglijată, scara de proporţie rămîne conform definiţiei ei - un raport dintre dimensiunile orizontale grafice (d) şi cele corespunzătoare din teren (D), exprimate în aceleaşi unităţi de măsură.

Scara de proporţie se poate exprima în trei moduri: numeric, grafic sau prin indicarea directă a lungimii de pe hartă şi a corespondentei ei din teren (ex.: 1 cm. pe hartă = 250 m).

Ca urmare a importanței sale deosebite pentru utilizarea hărților, scara de proporție trebuie notată obligatoriu pe orice tip de hartă.

2.2. Scara numerică

Se exprimă sub forma unei fracții ordinare ($\frac{1}{N}$), în care numărătorul este totdeauna unitatea, exprimînd lungimea grafică (în centimetri sau milimetri), iar numitorul arată lungimea corespunzătoare din natură (tot în cm. sau mm). Altfel spus, numitorul arată numărul de ori în care o unitate de lungime de pe teren a fost redusă pe hartă. Exemplu: scara $\frac{1}{50.000}$ înseamnă 1 mm pe hartă = 50.000 mm = 50 m în teren sau 1 cm pe hartă = 50.000 cm = 500 m în teren.

Scara numerică poate fi notată în trei moduri: 1:5.000; 1/5.000; $\frac{1}{5.000}$.

2.2.1. Caracteristicile scării numerice

a) Scara unui plan sau a unei hărți este un raport de reducere a lungimilor; pentru aflarea proporției de reducere a suprafețelor se consideră N^2. Astfel, dacă la scara 1:5.000, 1 cm pe plan=50 m în teren, atunci 1 cm^2 pe plan = 50^2 m^2 în teren; sau, la scara 1:25.000, 1 cm^2 pe hartă=62.500 m^2=6,25 ha în teren.

b) Toate lungimile reduse la scară sînt în prealabil reduse la orizont, adică se calculează valoarea proiecțiilor orizontale (d_o) în corespunzătoare distanțelor măsurate pe teren (D

c) La scara numerică, numitor mic înseamnă scară mare și cu cît numitorul este mai mare, scara este mai mică.

Exemplu: $\frac{1}{5.000} > \frac{1}{25.000} > \frac{1}{100.000}$

În țara noastră, pentru întocmirea planurilor și hărților topografice, alegerea numitorului scărilor de micșorare se face conform STAS 2-59, care prevede următoarele relații: 1:50; $1:10^n$; $1:(2 \times 10^n)$; $1:(2,5 \times 10^n)$; $1:(5 \times 10^n)$ etc., în care n este un număr întreg și pozitiv.

2.2.2. Calcule în legătură cu scara de proporție

În vederea efectuării diverselor calcule referitoare la scară, se are în vedere relația

$$\frac{1}{N} = \frac{d}{D} \qquad (1)$$

care reprezintă formula scării şi în care: N=numitorul scării; d=distanţa grafică, ce se măsoară pe plan sau hartă între două puncte, iar D=distanţa corespunzătoare de pe teren, măsurată între aceleaşi două puncte.

Pentru efectuarea calculelor este necesară transformarea tuturor datelor în aceeaşi unitate de măsură, în milimetri.

In timpul acestor calcule, se poate ivi unul din trei cazuri, fiecare rezolvîndu-se cu una din alte trei relaţii, ce se pot deduce din relaţia (1):

a) Cînd trebuie determinată scara planului sau a hărţii, se utilizează relaţia: $N = \frac{D}{d}$ (2)

Exemplu: să se afle scara hărţii (N=?), ştiind că distanţa măsurată pe hartă între două puncte A şi B este d=8 cm, iar în teren îi corespunde o distanţă D=2 Km;

$$N = \frac{D}{d} = \frac{2 \text{ Km}}{8 \text{ cm}} = \frac{2.000.000 \text{ mm}}{80 \text{ mm}} = 25.000; \text{ deci scara este}$$

$$\text{de } \frac{1}{25.000}$$

b) Cînd trebuie redusă la scara cunoscută a unei hărţi, o distanţă (D) măsurată în teren, se utilizează relaţia:

$$d = \frac{D}{N} \qquad (3)$$

Exemplu: să se reducă la scara de 1:50.000 (d=?), o distanţă măsurată pe teren D=2,5 Km;

$$d = \frac{D}{N} = \frac{2,5 \text{ Km}}{50.000 \text{ mm}} = \frac{2.50 \text{ mm}}{5 \text{ mm}} = 50 \text{ mm}$$

c) Pentru aflarea valorii unei distanţe de pe teren (D=?), cunoscînd distanţa corespunzătoare (d) de pe o hartă cu scara cunoscută, se foloseşte relaţia: D=d.N (4)

Exemplu: să se afle ce distanţă îi corespunde în teren (D=?) unei distanţe grafice d=34 cm, măsurată pe o hartă la scara de 1:25.000;

D=d.N=34 cm.25.000=850.000 cm=8,5 Km

2.2.3. Determinarea scării unei hărți murale

Dacă o hartă murală, care de obicei este o hartă geografică la scară mijlocie sau mică, nu are notată scara, dar are trasată rețeaua cartografică, îi putem afla scara din raportul dintre lungimea grafică (d) măsurată în cm. între două paralele consecutive și mărimea naturală a gradelor de latitudine exprimată în km, știind că arcul de meridian de 1^0, la latitudini mijlocii, este egal cu cca 111 km. Se utilizează relația: $N = \frac{D}{d}$

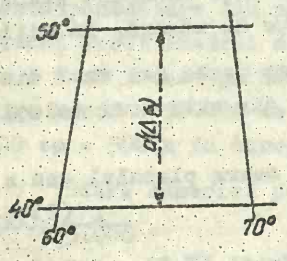


Fig.4. Determinarea scării unei hărți prin măsurarea grafică a diferenței de latitudine ($\Delta\varphi$)

Exemplu: să se afle scara unei hărți geografice cu rețeaua cartografică trasată din 10^0 în 10^0 (Fig.4), pe care s-a măsurat distanța grafică între două paralele consecutive d=11,1 cm. Știind și că $D=10^0 \times 111$ Km = 1.110 Km, atunci

$$N = \frac{D}{d} = \frac{1.110 \text{ Km}}{11,1 \text{ cm}} = \frac{1.110.000.000 \text{ mm}}{111 \text{ mm}} = 10.000.000$$

Deci scara hărții este de 1:10.000.000 (1 cm=100 Km)

2.2.4. Alte cazuri de determinare a scării unei hărți

În activitatea științifică, deseori geografii întră în posesia unor hărți, mai ales mai vechi, cu scara de proporție necunoscută (hărți originale sau fotocopii). Pentru realizarea unor studii comparative cu hărțile actuale, este însă necesară deseori și cunoașterea scării hărții mai vechi. Acest fapt se poate realiza prin următorul procedeu: atît pe harta necunoscută (dacă are o precizie planimetrică satisfăcătoare), cît și pe o hartă actuală, la o scară mare (de exemplu 1:50.000), se aleg aceleași două puncte mai stabile în timp (cum sînt două confluențe de artere hidrografice); se măsoară cu rigla în (mm) cele două distanțe grafice, notînd cu d_n=distanța pe harta cu scara

necunoscută și cu d_c=distanța pe harta cu scara cunoscută; se face raportul dintre ele, aflînd un coeficient c. Astfel, să presupunem că am determinat d_n=15 mm și d_c=75 mm. Dacă harta veche pare a avea o scară mai mică, putem utiliza relația $c = \frac{d_c}{d_n} = \frac{75 \text{ mm}}{15 \text{ mm}} = 5$; în acest caz, numitorul scării necunoscute (N_n) va rezulta din înmulțirea numitorului scări cunoscute (N_c) cu cifra 5, deci N_n=50.000 x 5 = 250.000, scara hărții vechi fiind de 1:250.000. Dacă scara hărții vechi pare a fi mai mare, numitorul scării necunoscute va rezulta prin împărțirea lui N_c la cifra 5, deci N_n=50.000 : 5 = 10.000, scara hărții vechi fiind de 1:10.000.

2.2.5. Determinarea scării unui glob geografic

Scara unui glob gdegrafic se poate afla din raportul circumferințelor LG și lg:

$$\frac{l}{R} = \frac{lg}{LG}$$

în care lg reprezintă circumferința globului geografic, care poate fi măsurată în centimetri cu o sfoară mai rezistentă la întindere sau cu un metru de croitorie, iar LG circumferința globului terestru = 40.000 Km.

De asemenea, scara unui glob geografic se poate afla și fiind raportul razelor celor două sfere:

$$\frac{l}{R} = \frac{r}{R}$$

în care: $r = \frac{lg}{2}$ și R=6.371 Km

2.3. Scara grafică

Este raportul numeric $\frac{d}{D}$ exprimat printr-o construcție grafică centimetrică.

Scările grafice se construiesc pentru înregistrarea distanțelor grafice de pe plan sau hartă și aflarea directă mai rapidă, fără calcule, a distanțelor corespunzătoare din teren.

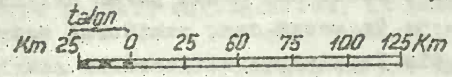
La construirea oricărui tip de scară grafică, trebuie pornit de la o scară numerică.

De asemenea, pentru a putea construi o scară grafică, se cer stabilite mărimea modulului(M) și a preciziei (P).

Fig. 5 SCARA GRAFICĂ

a. Scara grafică simplă pentru hărți la scară mică

Scara numerică 1:2.500.000 (1cm=25 Km)



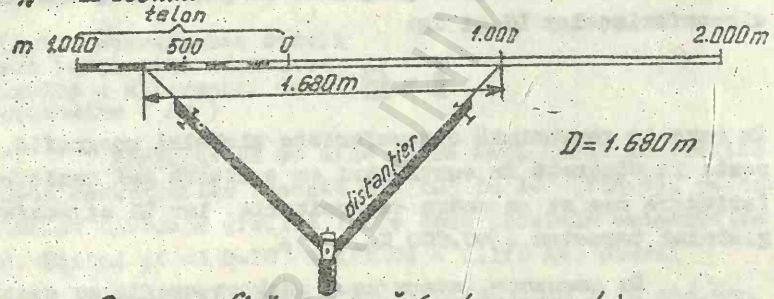
b. Scara grafică simplă pentru planuri și hărți topografice

Scara numerică 1: 25.000 (1cm = 250 m)

Modulul M = 1.000 m

Precizia P = 100 m

$d = \frac{D}{N} = \frac{1.000.000\ mm}{25.000\ mm} = 40\ mm$

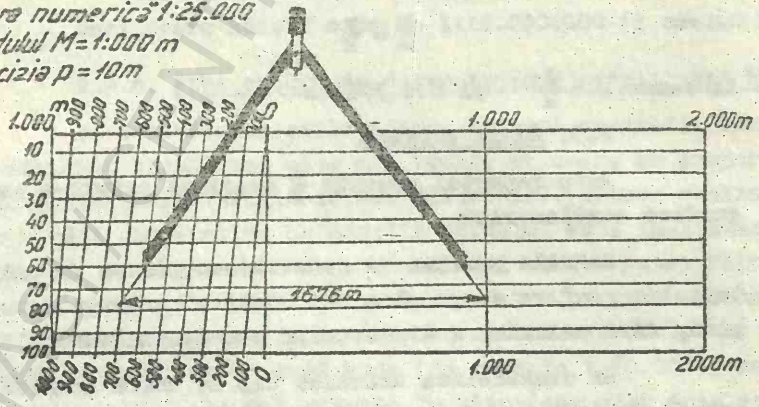


c. Scara grafică compusă (cu transversale)

Scara numerică 1:25.000

Modulul M = 1:000 m

Precizia p = 10m



D = 1.680 m (citiți pe scara grafică simplă de sus) +
70 m (valoarea ultimei orizontale intersectate)
6 m (fracțiunea dintre orizontalele 70 și 80 m estimată)
1.676 m

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Modulul scării grafice (M) reprezintă unitatea grafică ce se înscrie pe linia orizontală a acesteia, pornind de la reperul O sau originea scării, spre dreapta. Modulul se dă în valoarea lui naturală din teren, dar mărimea lui se alege în funcție de scara și de distanțele ce trebuie înregistrate.

În mod curent, pentru hărțile la scări mijlocii sau mici, modulului scării grafice i se dă o valoare naturală egală cu aceea a unui centimetru la scara hărții, încît linia scării grafice este divizată din centimetru în centimetru (Fig.5-a). Pentru hărțile la scară mare și planuri topografice, modulului scării grafice, i se stabilește însă o valoare naturală mai mare, egală cu 2M, 3M, 4M sau 5M, încît linia orizontală a scării grafice este divizată în segmente egale de 2 cm, 3 cm, 4 cm sau 5 cm (Fig.5-b).

Menționăm că pentru construirea unei scări grafice, cunoscînd valoarea naturală a modulului, trebuie determinată și mărimea sa grafică corespunzătoare (d). Pentru aceasta se are în vedere formula scării, în care M=D, încît se utilizează relația $d = \frac{D}{M}$.

Precizia scării grafice reprezintă valoarea celei mai mici diviziuni ce poate fi citită pe aceasta, respectiv pe talonul scării grafice, care reprezintă un modul înscris în stînga originii scării. Cu cît talonul are mai multe diviziuni egale și deci o diviziune are o valoare mai mică, se spune că precizia scării grafice este mai mare. Cunoașterea preciziei ne ajută să știm numărul de diviziuni egale în care va trebui împărțit talonul.

După modul de construire și precizia măsurării se deosebesc două feluri de scări grafice: simplă sau liniară și compusă sau cu transversale.

2.3.1. Scara grafică simplă sau liniară

Pentru construirea unei scări grafice simple, se trasează o linie orizontală, căreia i se fixează originea (reperul zero), de la care spre dreapta se înscriu cîteva module după necesitate, iar spre stînga încă un modul care reprezintă talonul scării.

Astfel, avînd o hartă la scara 1:25.000, se cere construirea unei scări grafice simple cu un modul M=1000 m şi o precizie P=100 m.

Pentru aflarea mărimii grafice (d) corespunzătoare modulului M=1000 m, se are în vedere formula scării, în care M=D şi se foloseşte relaţia:

$$d = \frac{D}{M} = \frac{1000\ m}{25.000\ mm} = \frac{1.000.000\ mm}{25.000} = 40\ mm = 4\ cm$$

În continuare, se trasează o dreaptă orizontală, se fixează originea scării şi spre dreapta acesteia se înmoriază cîteva distanţe egale cu modul de 4 cm, în dreptul fiecărei diviziuni notîndu-se valoarea naturală (Fig.5-b) a modulului în progresie aritmetică: valoarea M la prima diviziune, 2M la a doua, 3M la a treia ş.a.m.d. Numai în dreapta scării grafice se notează prescurtat şi unitatea de măsură utilizată - metri sau kilometri.

Construcţia grafică se completează apoi adăugînd în stînga originii încă un modul care reprezintă talonul scării grafice. Talonul se subdivide în mai multe segmente egale, în funcţie de precizia stabilită iniţial. Numărul diviziunilor egale în care trebuie împărţit talonul se poate afla uşor cu relaţia

$$t = \frac{M}{P}$$

în care: t = numărul diviziunilor talonului; M=modulul în m şi P=precizia în m.

În cazul exemplului nostru cunoscînd că M=1.000 m şi P=100 m, rezultă că $t = \frac{1.000\ m}{100\ m} = 10$ diviziuni egale. Deci se va împărţi talonul în 10 diviziuni cu o valoare de 100 m fiecare.

Pentru înregistrarea unei distanţe de pe hartă, dintre două puncte A şi B, se ia distanţa AB între vîrfurile unui compas distanţier (sau se poate marca, prin liniuţe subţiri, poziţia punctelor pe marginea unei benzi de hîrtie), care se aplică pe scara grafică astfel încît vîrful din dreapta să cadă pe o diviziune ce marchează un număr de module întregi, în dreapta originii, în timp ce vîrful din stînga se va situa undeva pe talon.

In exemplul din Fig.5-b, citirea se compune din: valoarea totală a modulelor întregi = 1.000 m, plus valoarea ultimei diviziuni întregi a talonului se poate fi citită = 600 m, la care se adaugă valoarea fracţiunii de diviziune a talonului, care se estimează = 80 m, rezultînd că distanţa totală D=1.680 m. Aşadar, fracţiunile de diviziune a talonului rămase necitite trebuie estimate, motiv pentru care precizia citirii distanţelor înregistrate pe scara grafică simplă este redusă.

2.3.2. Scara grafică compusă sau cu transversale

Acest fel de scară grafică se construieşte în scopul citirii distanţelor cu o precizie mult sporită faţă de aceea a scării grafice simple.

Scara grafică compusă este formată din două scări grafice simple paralele, avînd trasate între ele, de obicei, 9 drepte paralele echidistante (la 3-5 mm). Numărul acestora se alege în funcţie de precizia dorită. Precizia scării grafice compuse (p) reprezintă valoarea naturală a spaţiului dintre două orizontale.

Cele două scări grafice simple şi taloanele lor se divizează şi se notează corespunzător distanţelor naturale la scara propusă.

Construcţia scării grafice compuse, respectiv talonul ei, se completează trasînd o reţea de linii oblice, care rezultă unind diviziunea zero de pe scara grafică de sus cu diviziunea întîia a scării simple de jos, diviziunea întîia de sus cu a doua de jos ş.a.m.d.

Fiecare orizontală fiind trasată la $\frac{1}{10}$ din spaţiul total dintre cele două scări grafice simple, creşterea orizontalelor din paralelă în paralelă va fi tot cu $\frac{1}{10}$ din spaţiul respectiv.

Astfel, pentru a se sesiza mai bine în evidenţă avantajul său, în Fig.5-c a fost construită o scară grafică compusă, pornind, ca în Fig.5-b, de la aceeaşi scară numerică - 1:25.000 şi avînd acelaşi modul M=1.000 m, dar o precizie p=10 m, deci de 10 ori mai mare faţă pe precizia scării grafice simple, la care P=100 m.

Spaţiul dintre cele două scări grafice simple are o va-

Fig. 6 Scările grafice ale hărților topografice actuale

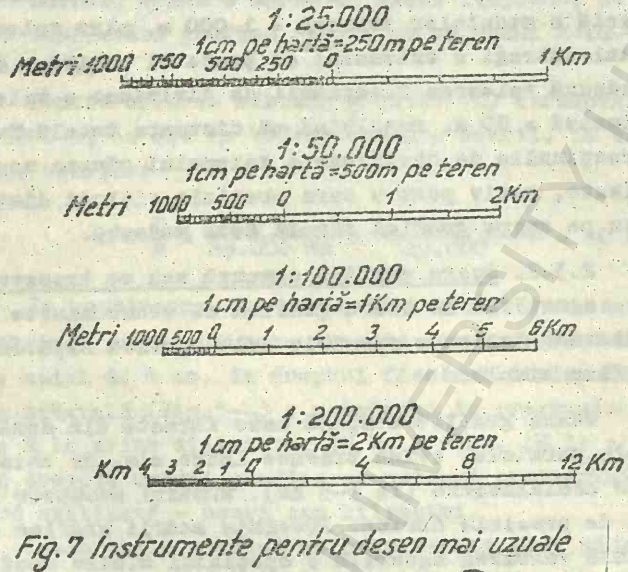
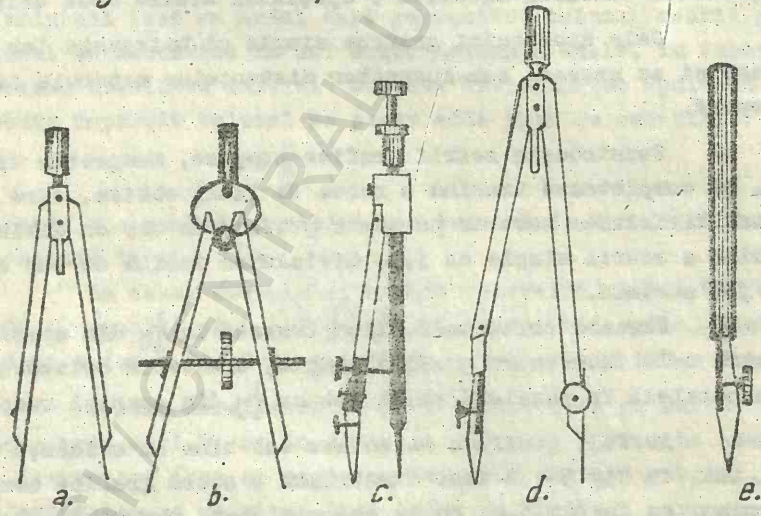


Fig. 7 Instrumente pentru desen mai uzuale



a. distanțier obișnuit; b. distanțier micrometric; c. balustru; d. compas cu dispozitiv pentru tuș; e. trăgător

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

loare totală egală cu 100 m, deci tot atît cît valorează o diviziune a talonului acestora.

Intrucît între cele două scări grafice simple au fost trasate 9 orizontale, este evident că fiecare orizontală creşte de sus în jos cu cîte 10 m.

Inregistrarea unei distanţe d de pe hartă se efectuează mai întîi cu distanţierul, pe scara grafică simplă de sus, ca în Fig.5-b. Insă, pentru citirea restului de distanţă care nu poate fi înregistrată cu precizie pe talon, respectiv cea ce trece de 1600 m, se coboară distanţierul, menţinînd vîrful din dreapta pe verticala cu valoarea 1.000 m, pînă cînd vîrful din stînga intersectează prima linie oblică, respectiv aceea cu valoarea 600 m.

Citirea totală va fi D=1.000 m (valoarea unui modul cuprins de distanţier) + 600 m (valoarea ultimei diviziuni întregi citite pe talonul scării grafice simple) + 70 m (valoarea ultimei orizontale intersectate de distanţier) + 6 m (valoarea fracţiunii spaţiului dintre orizontalele de 70 şi 80 m rămasă necitită şi care se estimează).

Deci rezultă D=1.676 m.

Pe hărţile topografice româneşti actuale, scara de preperţie este indicată, în toate formele, pe marginea de sub cadrul sudic, conform Fig.6.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

LUCRAREA PRACTICA nr.5

3. DETERMINAREA DISTANTELOR SI ARIILOR PE HARTI

3.1. Determinarea distanţelor

Avînd în vedere că deformările de lungimi introduse de proiecţiile cartografice pe hărţile la scară mare şi mijlocie se pot considera neglijabile, în timp ce acelea de pe hărţile la scară mică trebuie luate în considerare, şi procedeele de măsurare a distanţelor se aleg în funcţie de scara hărţii de lucru.

3.1.1. Determinarea distanţelor pe hărţile topografice

Procedeele şi instrumentele utilizate se aleg după caz, în funcţie de felul distanţelor, care pot fi rectilinii sau curbilinii. Pentru măsurarea distanţelor rectilinii se utilizează rigla gradată şi scara grafică, iar pentru distanţele sub formă de linii curbe se folosesc curbimetrul, distanţierul micrometric, banda de hîrtie şi altele. Scopul acestor măsurători este aflarea distanţelor corespunzătoare din teren (D) pentru diverse distanţe (d) de pe hartă.

3.1.1.1. Procedeul cu rigla gradată

Prin acest procedeu, se măsoară o distanţă AB=d de pe hartă în milimetri, cu o riglă gradată, după care se transformă la scara hărţii, înmulţind numărul de milimetrii.

Exemplu: dacă pe o hartă la scara 1:25.000 (1 mm=25 m) s-a măsurat o distanţă d=35 mm, atunci D=35 mm x 25 m = 875 m.

Pentru o exactitate mai mare, măsurarea pe hartă se poate face şi în zecimi de milimetru, utilizînd o riglă gradată şi în jumătăţi de milimetri.

Rezultatele obţinute prin acest procedeu sînt influenţate atît de erorile de gradare a riglelor, cît şi de erorile provocate de deformările hîrtiei pe care a fost desenată harta.

BCU IAŞI CENTRALA UNIVERSITARĂ LIBRARY

3.1.1.2. Procedeul cu scara grafică

Acest procedeu este considerat a fi mai exact, întrucît se elimină erorile provocate de gradare a riglelor şi deformarea hîrtiei.

Pentru aplicarea procedeului sînt necesare construirea unei scări grafice simple sau cu transversale, în funcţie de precizia dorită şi un distanţier, care este un compas cu braţele egale şi ambele vîrfuri metalice şi ascuţite (Fig.7-a).

In vederea măsurării unei distanţe, se ia distanţa de pe hartă între vîrfurile distanţierului care se aplică pe scara grafică, ca în fig.6-a şi 6-b, după care se face citirea conform lămuririlor din paragrafele 2.3.1 şi 2.3.2.

Exactitatea măsurătorilor depinde de precizia cu care este cuprinsă distanţa de pe hartă între vîrfurile distanţierului şi de precizia scării grafice.

Scările grafice permit şi efectuarea operaţiunii inverse, de determinare a lungimii de pe hartă, cînd se cunoaşte lungimea corespunzătoare din teren, respectiv raportarea unei lungimi pe hartă.

3.1.1.3. Procedeul cu curbimetrul

Curbimetrul este un instrument cartografic simplu, utilizat pentru măsurarea rapidă[2] distanţelor de pe hărţi sub formă de linii curbe sau sinuoase - rîuri, drumuri, căi ferate etc. Rezultatele măsurătorilor sînt aproximative, deoarece precizia scărilor zonale grafice este de cel mult 0,5 Km şi obişnuit de 1-2 Km.

Un curbimetru (Fig.8-a) posedă următoarele piese componente: un mecanism interior din roţile dinţate montat într-un cadru metalic circular (1) şi în legătură cu o rotiţă zimţată exterioară (2), singura care vine în contact direct cu suprafaţa hărţii; mecanismul este prevăzut şi cu două ace indicatoare (3), care se mişcă deasupra a două cadrane (4), pe fiecare fiind gravate cîte 3 scări grafice simple circulare (5) divizate în kilometri pentru diverse scări numerice şi a căror precizie este de: 0,5 Km pentru scara 1:25.000; 1 Km pentru scările

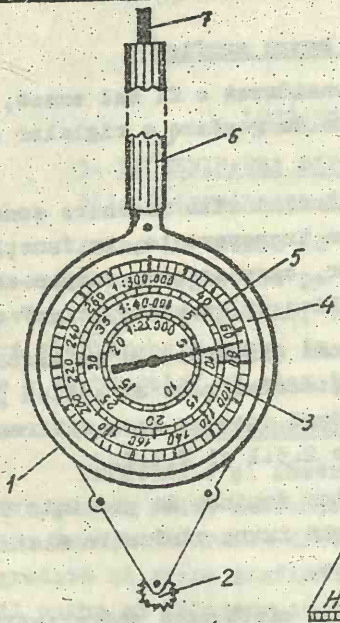
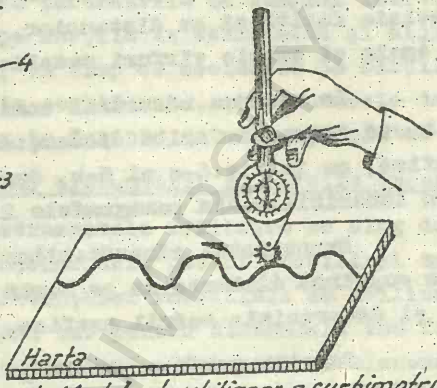


Fig. 8 Curbimetrul

a. Părți componente: 1. cadru metalic; 2. rotița zimțată; 3. ac indicator; 4. cadran; 5. scări grafice simple în Km; 6. mîner; 7. buton pentru aducerea la zero a acului indicator.



b. Modul de utilizare a curbimetrului la măsurarea lungimii unei linii curbe sau sinuase; săgeata indică sensul deplasării curbimetrului.

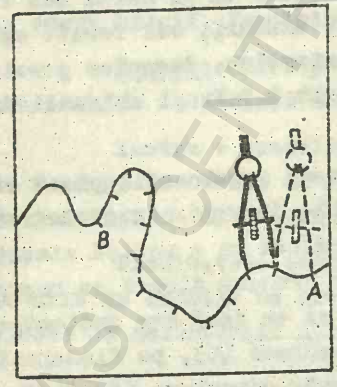


Fig. 9 Măsurarea unei linii curbe cu distanțierul micrometric

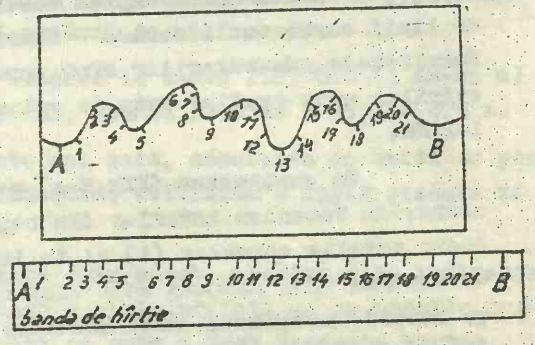


Fig. 10 Măsurarea lungimii unei linii sinuoase cu banda de hîrtie

1:40.000 şi 1:50.000; 2 Km pentru 1:100.000 şi 1:200.000 şi 5 Km pentru 1:500.000. Tot instrumentul este prevăzut şi cu un mîner (6), iar scările grafice au reperul zero gravat la partea superioară, sub mîner. Unele modele mai noi de curbimetre posedă la partea superioară a mînerului şi un buton (7) pentru aducerea automată la zero a acului indicator, prin simpla apăsare a acestuia.

Acest instrument permite, aşadar, citirea distanţelor măsurate direct în kilometri.

Menţionăm însă că există şi curbimetre ale căror scări grafice sînt divizate în centimetri, dar în acest caz distanţa citită trebuie transformată la scara numerică a hărţii de lucru.

În vederea efectuării unei măsurători, harta de lucru trebuie întinsă perfect pe o planşetă orizontală, iar curbimetrul se va menţine în poziţie verticală în tot timpul operaţiunii.

De asemenea, înaintea începerii măsurătorii, acul indicator se va aduce la diviziunea zero fie acţionînd rotiţa zimţată exterioară, fie apăsînd pe butonul cu acest rol.

Astfel, pentru măsurarea lungimii unui rîu, de exemplu pe o hartă la scara 1:25.000 (Fig.8-b), se ia curbimetrul în mîna dreaptă cu acel cadran spre faţa operatorului pe care se află gravată scara hărţii, se plasează cu rotiţa zimţată pe punctul de pornire- de exemplu punctul de izvor, după care,menţinut permanent în poziţie verticală, se deplasează instrumentul în lungul liniei rîului, urmărind sinuozităţile sale şi numai spre înainte; ajungînd la punctul terminus - de ex. punctul de confluenţă, se ridică curbimetrul şi se efectuează citirea lungimii rîului direct în Km, în dreptul acului indicator, pe scara grafică 1:25.000, ţinînd cont că o diviziune mare valorează 1 Km, iar o diviziune mică 0,5 Km în terem. Pentru un rezultat mai bun se repetă operaţiunea de cîteva ori, luînd în considerare media citirilor.

Se consideră că precizia măsurării, pentru liniile curbe cu sinuozităţi mijlocii este de 1/50 m din lungimea măsurată, pentru liniile foarte sinuoase (sinuozităţi cu rază mică), fiind de 1/25 m din lungimea măsurată.

Precizia măsurării distanțelor pe hartă, prin procedeele amintite, este aproximativă, deoarece precizia raportării și citirii la scară este limitată; se apreciază că ochiul omenesc nu poate deosebi gradații prea mici, iar compasul nu permite totdeauna plasarea exactă a vîrfurilor sale în punctele considerate și nici menținerea fixă a deschiderii. Din aceste motive, în cartografie-topografie se admite o precizie grafică limită de 0,1 mm.

Valorile preciziei limită de scară, în metri, corespunzătoare preciziei grafice de 0,1 mm, sînt următoarele:

TABELUL nr.3

Precizia limită de scară (m), corespunzătoare preciziei grafice de 0,1 mm

SCARA HARTII	1:25.000	1:50.000	1:100.000	1:200.000	1:1.000.000
Precizia limită (m)	2,5	5	10	20	100

Însă, eroarea de măsurare a distanțelor pe hartă, prin cele trei procedee, este în realitate mai mare, deoarece intervin o serie de erori ca: eroarea de citire pe scara grafică, erorile hîrtiei, eroarea de deformare a hîrtiei ș.a. Astfel că practic se consideră că eroarea de măsurare a distanțelor pe harta topografică este totuși de aproximativ 5 ori mai mare decît cea menționată în Tabelul 3.

3.1.1.4. Procedeul cu distanțierul micrometric

Un distanțier micrometric este un compas distanțier (Fig.7-b) cu brațele mai scurte și avînd între ele un șurub micrometric, ce permite reglarea vîrfurilor la o deschidere fixă de 1 mm, 2 mm, n mm. și menținerea ei în tot timpul măsurării.

Folosirea distanțierului micrometric pentru măsurarea pe hartă a distanțelor sub formă de linii curbe, sinuoase, asigură o precizie mult mai mare față de alte procedee.

Pentru aflarea lungimii unui rîu, pe o hartă topografică, de exemplu, la scara 1:25.000 (1 mm=25 m în teren) între

două puncte A şi B (Fig.9), se reglează distanţierul la o deschidere egală, de exemplu cu 3 mm, după care se plasează succesiv în lungul liniei, numărîndu-se de cîte ori deschiderea fixă s-a cuprins între cele două puncte. Numărul obţinut se înmulţeşte cu 3 mm, obţinînd astfel lungimea desfăşurată a rîului în mm. Această valoare se transformă apoi la scară, înmulţind-o cu valoarea unui mm la scara hărţii (în acest caz 25 m) şi obţinînd astfel lungimea în metri a rîului între punctele A şi B.

Astfel, dacă deschiderea fixă de 3 mm a distanţierului s-a cuprins în lungul liniei de 12 ori, lungimea rîului va fi

$$L = 12 \cdot 3 \text{ mm} \cdot 25 \text{ m} = 900 \text{ m}$$

Lungimile determinate cu acest procedeu sînt totuşi mai scurte decît în realitate, deoarece, mai ales în cazul liniilor cu sinuozităţi puternice, se măsoară practic lungimea coardelor curbelor şi nu lungimea acestora din urmă.

Pentru diminuarea erorii de acest fel se poate micşora deschiderea fixă dintre vîrfurile distanţierului, dar în acest caz operaţiunea devine foarte migăloasă şi în plus se ajunge la creşterea numărului de aşterneri a distanţei fixe şi ca urmare la creşterea sumei erorilor care se produc la fiecare aşternere.

In vederea obţinerii unor rezultate mai exacte prin aplicarea acestui procedeu, I.M.Şokalski (1930) a propus utilizarea unei deschideri fixe de numai 1,3 mm între vîrfurile distanţierului şi înmulţirea rezultatului cu un coeficient stabilit în funcţie de gradul sinuozităţii curbei. Autorul a stabilit 9 tipuri de sinuozităţi (meandrări), pentru rîuri. Rezultatele obţinute prin aplicarea corecţiilor propuse de Şokalski diferă faţă de realitate doar cu 10% din lungimea liniei măsurate.

In acelaşi scop, al perfecţionării procedeului de măsurare pe hărţi a liniilor curbe cu distanţierul, un alt cercetător sovietic M.M.Veloov (1950) a propus o altă metodă care constă în următoarele: se aleg două hărţi topografice pe care se stabilesc aceleaşi linii curbe de măsurat, una din hărţi fiind la o scară mai mare iar a doua la o scară mai mică decît prima de cel puţin 4 ori (de ex.: 1:25.000 şi 1:100.000, sau 1:10.000

și 1:50.000); pe fiecare hartă se măsoară liniile curbe stabilite de două ori, cu două deschideri ale compasului distanțier, alese astfel încît prima deschidere să fie cît mai mică posibil, iar a doua mai mare decît prima de cel puțin 4 ori (ex.: 1,0 mm și 4,0 mm, sau 1,0 mm și 5,0 mm). Rezultatele măsurătorilor se transformă imediat la scară în m sau km și se introduc în următoarea formulă:

$$l = l_1 + (l_1 * l_2) \cdot k$$

în care: l = lungimea curbă pe hărțile folosite;

l_1 = lungimea obținută prin măsurarea cu o deschidere fixă mai mică de compas;

l_2 = lungimea obținută prin măsurarea cu o deschidere fixă mai mare de compas;

K = un coeficient care variază în funcție de deschiderea fixă a compasului și care se extrage din tabel (Tabelul nr.4):

TABELUL-nr.4

Coeficientul K, aplicat la calcularea după metoda N.M.Volkov a lungimilor liniilor curbe pe hărțile date (l), pe baza măsurării lor cu două deschideri ale compasului

Lungimea deschiderii (mm)	Lungimea deschiderii (în mm)								
	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50
1,00	2,413								
1,25	1.720								
1,50	1,365	2,412							
1,75	1.148	1,895							
2,00	1,000	1,580	2,145						
2,25	0.892	1,336	2,000						
2,50	0,809	1,211	1,893	2,415					
2,75	0.743	1,093	1,520	2,070					
3,00	0,690	1,000	1,366	1,821	2,416				
3,25	0,645	0,924	1,245	1,632	1.119				
3,50	0,607	0,862	1,148	1,485	1,896	2,414			
3,75	0.575	0.809	1,058	1.367	1.723	2,158			
4,00	0,547	0,764	1,000	1,268	1,581	1,954	2,415		
4,25	0,522	0,724	0,942	1,184	1,464	1.800	2,183		
4,50	0,500	0,690	0,892	1,115	1,367	1,658	2,000	2,415	
4,75	0,480	0,660	0,848	1,054	1,284	1,546	1,848	2,209	
5,00	0,462	0,632	0,809	1,000	1,212	1,449	1,720	2,038	2,414

BCU CLUJ CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

3.1.1.5. Procedeul cu banda de hîrtie

Este un procedeu foarte simplu şi deşi este considerat aproximativ, asigură totuşi o precizie satisfăcătoare. În plus, are avantajul că aplicarea lui este la îndemîna oricui şi în orice împrejurare, fără a necesita folosirea unor instrumente cartografice, ci doar a unei simple benzi de hîrtie, avînd una din marginile lungi perfect dreaptă.

Pentru măsurarea pe hartă a lungimii unei linii sinuoase, de exemplu a unui rîu (Fig.10), între două puncte A şi B, se înregistrează succesiv, pe marginea benzii de hîrtie, cu un creion bine ascuţit, prin liniuţe, toate distanţele parţiale (A-1, 1-2, 2-3...n-B) ale rîului dintre punctele de schimbare a direcţiei cursului acestuia, răsucind mereu banda de hîrtie după caz. În acest fel, practic se pun cap la cap porţiunile din rîu în care acesta are un curs aproximativ rectiliniu. În final, se obţine lungimea desfăşurată în linie dreaptă a rîului între punctele A şi B. Se măsoară distanţa dAB cu o riglă în milimetri, iar valoarea obţinută se transformă la scara hărţii.

Astfel, dacă s-a obţinut distanţa dAB=75 mm, pe o hartă la scara 1:25.000 (1 mm=25 m), atunci $L_{rîu}$=75 mm·25 m = =1.875 m = 1,875 Km.

3.1.2. Determinarea distanţelor pe hărţi la scară mică

Măsurarea distanţelor pe asemenea hărţi întîmpină greutăţi mari, ce se datoresc valorii mari a deformărilor provocate de proiecţiile cartografice. Totuşi, au fost imaginate cîteva procedee utilizate în acest scop.

3.1.2.1. Determinarea distanţelor liniare în funcţie de coordonatele geografice ale extremităţilor distanţei

Folosirea acestui procedeu se bazează numai pe calcule, iar în cazul cînd nu se cunosc coordonatele geografice ale extremităţilor distanţei, sînt necesare şi măsurători pe hartă pentru aflarea acestora. Se pot ivi două situaţii:

a) Cînd traseul distanţei se află situat în lungul unui cerc mare al sferoidului terestru (meridian sau paralel):

Dacă traseul distanţei de măsurat este situat în lungul

TABELUL 5.

VALORILE ARCELOR DE 1° PE PARALELĂ ȘI MERIDIAN ÎN KILOMETRI

(după Geograficeskii atlas, G.U.G.K, Moscova, 1956)

Latit.	Lungime arc de 1°		Latit.	Lungime arc de 1°		Latit.	Lungime arc de 1°	
	de paralelă	de meridian		de paralelă	de meridian		de paralelă	de meridian
0°	111,3	110,6	31°	95,5	110,9	61°	54,1	111,4
1	111,3	110,6	32	94,5	110,9	62	52,4	111,5
2	111,3	110,6	33	93,5	110,9	63	50,7	111,5
3	111,2	110,6	34	92,4	110,9	64	48,9	111,5
4	111,1	110,6	35	91,3	111,0	65	47,2	111,5
5	40,9	110,6	36	90,2	111,0	66	45,4	111,5
6	40,7	110,6	37	89,0	111,0	67	43,6	111,5
7	110,5	110,6	38	87,8	111,0	68	41,8	111,5
8	110,2	110,6	39	86,6	111,0	69	40,0	111,6
9	110,0	110,6	40	85,4	111,0	70	38,2	111,6
10	109,6	110,6	41	84,1	111,1	71	36,4	111,6
11	109,3	110,6	42	82,9	111,1	72	34,5	111,6
12	108,9	110,6	43	81,5	111,1	73	32,6	111,6
13	108,5	110,6	44	80,2	111,1	74	30,8	111,6
14	108,0	110,6	45	78,8	111,1	75	28,9	111,6
15	107,6	110,7	46	77,5	111,2	76	27,0	111,6
16	107,0	110,7	47	76,1	111,2	77	25,1	111,6
17	106,5	110,7	48	74,6	111,2	78	23,2	111,7
18	105,9	110,7	49	73,2	111,2	79	21,3	111,7
19	105,3	110,7	50	71,7	111,2	80	19,4	111,7
20	104,6	110,7	51	70,2	111,3	81	17,5	111,7
21	104,0	110,7	52	68,2	111,3	82	15,5	111,7
22	103,3	110,7	53	67,1	111,3	83	13,6	111,7
23	102,5	110,8	54	65,6	111,3	84	11,7	111,7
24	101,8	110,8	55	64,0	111,3	85	9,7	111,7
25	101,0	110,8	56	62,4	111,4	86	7,8	111,7
26	100,1	110,8	57	60,8	111,4	87	5,8	111,7
27	99,3	110,8	58	59,1	111,4	88	3,9	111,7
28	98,4	110,8	59	57,5	111,4	89	1,9	111,7
29	97,4	110,9	60	55,8		90	0	
30	96,5							

unui meridian, se calculează mai întîi diferența de latitudine dintre cele două puncte extreme, înmulțindu-se apoi cu valoarea liniară naturală la latitudinii medie a arcului de 1^0 de meridian, care este egală cu 111,1 Km.

Exemplu: dacă traseul unei distanțe liniare este situat în lungul unui meridian, între două puncte A cu latitudinea de $52^0 45'$ și B cu latitudinea de $37^0 35'$, atunci:

$$\varphi_A - \varphi_B = 52^0 45' - 37^0 35' = 15^0 10'$$

$$D_{AB} = 15^0 10' \cdot 111,1 \text{ km} = (15^0 \cdot 111,1 \text{ km}) + (10' \cdot 1,851 \text{ Km}) =$$
$$= 1.685,01 \text{ Km}$$

Valorile arcelor de 1^0 pe paralelă sau meridian se extrag din tabelul anex (Tabelul nr.5).

b) Cînd traseul distanței de măsurat se află pe o direcție diferită de aceea a unui cerc mare (meridian sau ecuator):

Procedeul anterior nu se poate utiliza în cazul distanțelor liniare situate pe direcția cercurilor paralele diferite de ecuator, întrucît drumul cel mai scurt (ortodroma) dintre două puncte de pe Glob e reprezentat numai de arcul unui cerc mare (meridian sau ecuator) al cărui plan trece prin centrul Pămîntului.

Pentru astfel de situații, se poate folosi metoda empirică imaginată de P.L.Cebîșev (1821-1874) care constă în:

- determinarea diferenței de longitudine și latitudine a celor două extremități ale distanței de măsurat, ambele diferențe exprimîndu-se în minute;

- dublarea diferenței de latitudine; numărul cu valoare mai mare (ori diferența de longitudine, ori dublul valorii diferenței de latitudine) se înmulțește cu 7, iar cel cu valoare mai mică cu 3;

- se împarte la 8 suma celor două produse; cîtul rezultat reprezintă, în verste, lungimea măsurată care se poate apoi transforma în kilometri (1 verstă=1,07 Km).

Exemplu: să se afle distanța în linie dreaptă dintre orașele București și Moscova, știind că aceste orașe au următoarele coordonate geografice:

Moscova: $\varphi = 55^{\circ}45'N$; $\lambda = 33^{\circ}37'E$
Bucureşti: $\varphi = 44^{\circ}27'N$; $\lambda = 26^{\circ}05'E$

$$2\Delta\varphi = 1356'$$
$$\Delta\lambda = 692'$$

692.7=5.844; 1356.3=4.068
4.844+4068=8.912
8.912:8=1.114 verste
D=1.114.1,07 Km=1.191,98 Km

Notă: Pentru determinarea unei distanţe în funcţie de coordonatele geografice ale extremităţilor sale, nu este necesară cunoaşterea scării hărţii, deoarece coordonatele geografice ale unui punct sînt aceleaşi indiferent de scara hărţii.

Rezultatele obţinute prin procedeul lui Cebîşev sînt totuşi aproximative.

3.1.2.2. Determinarea distanţelor cu scara variabilă

Acest procedeu se utilizează pentru măsurarea distanţelor situate în lungul paralelelor, atunci cînd harta posedă o scară grafică variabilă (Fig.11).

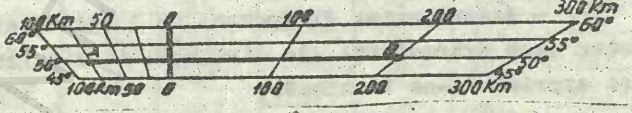


Fig.11 Scara grafică variabilă, cuprinzînd paralelele de 45°, 50°, 55°, 60°, pentru hărţi în proiecţia cilindrică dreptunghiulară, la scara 1:5.000.000 (după Al.Săndulache şi V.Sficlea-1970)

In acest caz, se ia distanţa AB de pe hartă între vîrfurile unui compas distanţier care se aplică pe scara grafică variabilă pe paralela respectivă, la fel ca la utilizarea scării

grafice simple pentru hărțile la scară mare. Rezultatele obținute sînt relativ exacte. In Figura 11, distanța D_{AB}=275 Km.

3.2. Determinarea ariilor pe hărți

Procedeul cel mai potrivit se alege tot în funcție de scara hărții, avînd în vedere că și în cazul acestei operațiuni deformările introduse de proiecția cartografică este neglijabilă pe hărțile la scară mare sau mijlocie, dar trebuie luate în considerare în cazul hărților la scară mică.

3.2.1. Determinarea ariilor pe hărți la scară mare

Pentru efectuarea unor astfel de operațiuni cartometrice, au fost imaginate mai multe procedee, fiecare avînd o altă precizie: procedeul numărării echiurilor rețelei kilometrice, procedeul folosirii hîrtiei milimetrice, procedeul cu paleta cadrilată la o scară dată, procddeul împărțirii ariei de determinat în figuri geometrice simple, procedeul cîntăririi, procedeul mecanic (cu planimetrul), procedeul analitic.

3.2.1.1. Procedeul numărării echiurilor rețelei kilometrice (caroiajului rectangular)

Acest procedeu se poate aplica numai pe foile topografice pe care este trasată rețeaua kilometrică, ce formează pătrate de obicei cu latura de 1-4 km la scara hărții (Tabelul nr.6).

TABELUL 6

Elementele caroiajului rectangular ale hărților topografice românești actuale

Scara hărții	Latura pătratului caroiajului rectangular	Latura pătratului la scara hărții	Suprafața pătratului
1:25.000	4 cm	1 Km	1 Km^2
1:50.000	2	1	1 Km^2
1:100.000	2	2	4 Km^2
1:200.000	2	4	16 Km^2

Este un procedeu rapid, dar foarte puțin exact.

Astfel, pentru a afla cu aproximaţie suprafaţa în Km^2 a unei păduri, se vor număra cîte pătrate întregi se cuprind în interiorul conturului acesteia, incluzînd şi suma fracţiunilor de pătrate apreciate din ochi. Numărul total de pătrate întregi reprezintă suprafaţa în Km.p. a pădurii.

Exemplu: dacă pe o foaie topografică la scara 1:50.000 (un pătrat al reţelei kilometrice avînd latura de 1 Km şi aria de 1 Km^2) am numărat, în interiorul conturului unei păduri, 15 pătrate întregi, 8 jumătăţi de pătrat şi 16 sferturi de pătrat, deci un total de 23 pătrate întregi, rezultă că pădurea respectivă are o suprafaţă de 23 Km^2.

Exactitatea redusă a acestui procedeu se datorează aproximării din ochi a fracţiunilor de pătrate, care au pe hartă cel puţin 1 cm^2.

3.2.1.2. Procedeul utilizării hîrtiei milimetrice

Este un procedeu foarte des folosit datorită atît simplităţii sale, cît şi rezultatelor relativ exacte pe care le dă. De asemenea, nu necesită instrumente speciale, ci doar copierea printr-o linie cît mai subţire a conturului ariei de determinat pe o hîrtie milimetrică, eventual pe calc milimetric şi apoi numărarea pătratelor întregi de 1 mm^2 ce se cuprind în interiorul conturului, incluzînd şi fracţiunile de mm^2 care se-apreciază din ochi. Numărul total de mm^2 obţinut se transformă la scara hărţii, ţinînd seama că 1 mm^2 este egal cu: 625 m^2 la sc. 1:25.000; 2500 m^2 la scara 1:50.000; 10.000 m^2=1 ha la sc. 1:100.000 şi 40.000 m^2=4 ha la sc. 1:200.000.

Deşi erorile provocate de aprecierea din ochi a fracţiunilor de pătrate de 1 mm^2 sînt mult mai mici decît la aplicarea procedeului anterior, în acest caz apar totuşi alte erori datorate deformării hîrtiei hărţii sau a hîrtiei milimetrice, ori trasării imperfecte a reţelei milimetrice.

3.2.1.3. Procedeul folosirii paletei

Paleta este un instrument cartografic foarte simplu reprezentat printr-o placă plană din material plastic transparent cu grosime redusă şi avînd gravată o reţea de pătrate cu latura de 1, 2, 5, 10 mm.

Pentru determinarea unei arii, nu mai este necesară copierea conturului; se plasează doar paleta deasupra conturului ariei de determinat, urmînd apoi numărarea pătratelor întregi, adăugînd şi suma fracţiunilor de pătrate care se cuprind în interiorul conturului. Numărul total de pătrate întregi se transformă la scara hărţii.

Pentru uşurarea folosirii paletei, liniile situate la distanţe cu valori rotunde de 5 sau 10 mm sînt trasate îngroşat.

Se consideră că, atunci cînd este utilizată reţeaua de pătrate cu laturi foarte mici, procedeul paletei asigură o precizie mai mare decît planimetrul.

3.2.1.4. Procedeul împărţirii ariei de determinat în figuri geometrice simple

Acest procedeu asigură o precizie redusă şi constă în descompunerea ariei de determinat în figuri geometrice cît mai simple (pătrate, dreptunghiuri, triunghiuri, trapeze) ale căror arii se pot calcula uşor, măsurînd laturile sau baza şi înălţimea lor şi utilizînd formulele simple cunoscute:

aria pătratului=L^2; aria triunghiului = $\frac{B \cdot I}{2}$; aria dreptunghiului =L.l; aria trapezului = $\frac{(B+b) \cdot I}{2}$.

Aria totală de determinat va rezulta din suma ariilor figurilor geometrice în care a fost descompusă.

Un rezultat cît mai apropiat de realitate se poate obţine numai dacă suma porţiunilor ariei de determinat, care depăşesc figurile geometrice este egală cu suma porţiunilor figurilor geometrice simple, care nu includ aria de determinat.

3.2.1.5. Procedeul mecanic (cu planimetrul)

Este un procedeu expeditiv dar de o precizie bună.

Planimetrul este un instrument cartografic construit pentru determinarea ariilor îndeosebi pe planşe topografice, deci pe reprezentări cartografice la scară foarte mare.

Atunci cînd scara planului topografic coincide cu scara planimetrului, pentru determinarea unei arii, după efectuarea măsurării şi a citirii la dispozitivul de înregistrare, se utilizează relaţia

$$S = C.k$$

în care C= numărul de diviziuni planimetrice citite

k= un coeficient constant în m^2, a cărui valoare se extrage din tabelul anexat planimetrului. Pentru scara planimetrului de 1:1.000 - cea mai des utilizată, coeficientul k=40 m^2.

In cazul determinării ariilor pe hărți la scară mare, atunci cînd scara planimetrului nu coincide cu scara hărții, se utilizează relația

$$S = C.k\left[\frac{\frac{1}{N'}}{\frac{1}{N}}\right]^2 = C.k.\left[\frac{N}{N'}\right]^2$$

în care: N'= numitorul scării planimetrului;

N = numitorul scării hărții

Folosind principiul imaginat de Herman (1814), au fost construite diferite tipuri de planimetre - polare, cu disc, rulante, automate ș.a. - dintre care cele mai folosite sînt planimetrele polare, a căror schemă generală de construcție este dată în Fig.13.

In esență, un planimetru polar este alcătuit din: două brațe (sub forma a două tije metalice) numite braț polar și braț traser (motor sau mobil), un dispozitiv-center de înregistrare și un pol - punctul fix în jurul căruia se poate roti întregul instrument - reprezentat printr-o greutate cu un vîrf ascuțit drept polul, care se înfige în planșetă la modelele clasice sau printr-o greutate cu un orificiu drept polul și trei vîrfuri ascuțite pentru fixarea pe planșetă la modelele noi. La toate planimetrele polare, dispozitivul de înregistrare calisează pe brațul motor, care are gravate zecile și numerotate sutele de diviziuni ce servesc la reglarea lungimii țalei în funcție de scara dorită a planimetrului - conform indicațiilor din tabelul anexat aricărui planimetru. De asemenea, la capătul exterior (din dreapta) al brațului motor se află un vîrf ascuțit (stil) sau o plăcuță din plexic-glass cu un punct pentru urmărirea conturului ariei de determinat.

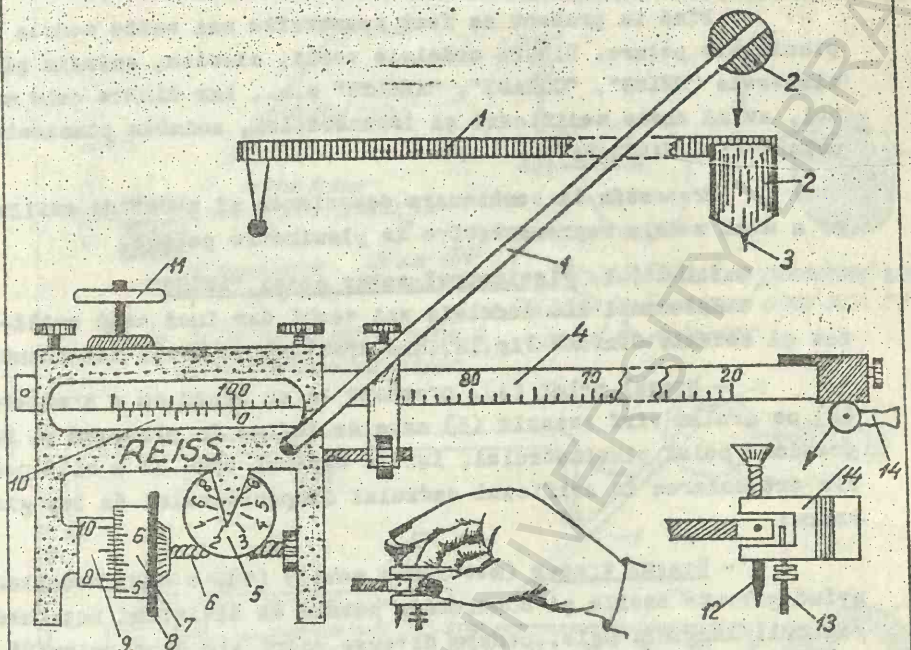


Fig. 12 Planimetrul polar „REISS":

1. Brațul polar; 2. greutate; 3. vîrf ascuțit=polul; 4. brațul trasor (motor) cu diviziuni pentru reglarea scării planimetrului; 5. disc-contor orizontal pentru citirea miilor de diviziuni; 6. șurub fără sfîrșit; 7. tambur pentru citirea sutelor și zecilor de diviziuni, solidar cu 8. rotița înregistratoare; 9. vernier pentru citirea unităților de diviziuni; 10. vernier liniar pentru reglarea scării planimetrului; 11. ruletă; 12. vîrf ascuțit (stil) pentru urmărirea conturului ariei; 13. pinten cu cap rotund; 14. paletă.

Notă - Pentru scara planimetrului 1:1.000:

Lungimea brațului trasor = diviziunea 100;

Formula pentru determinarea ariei:

$$S = C.K. \left[\frac{\frac{1}{N'}}{\frac{1}{N}}\right]^2 = C.K. \left[\frac{N}{N'}\right]^2$$

în care: C = citirea (nr. diviziuni citite) la planimetru

K = coeficient = 10 m² (constant)

N' = numitorul scării planimetrului

N = numitorul scării hărții

Pînă în prezent au fost construite mai multe modele de planimetre polare. Dintre modelele vechi, clasice, amintim planimetrele "REISS", "CORADI", "AMSLER" ş.a., iar dintre cele mai noi, avînd unele modificări şi îmbunătăţiri, amintim planimetrul polar "PL-1 WARSZAWA".

Prezentăm în continuare descrierea şi modul de utilizare a două modele reprezentative de planimetre polare.

3.2.1.5.1. Planimetrul polar model "REISS"

Este unul din modelele mai vechi dar încă mult utilizat şi astăzi. Conform Fig.12, are următoarele părţi componente.

- braţul polar (1), prevăzut la un capăt cu o greutate (2) ce are un vîrf ascuţit (3) care se înfige în planşetă şi reprezintă polul planimetrului, iar la capătul opus cu o bilă pentru articularea în orificiul cadrului dispozitivului de înregistrare;

- braţul trasor (motor sau mobil) (4), o tijă metalică avînd gravate zecile şi numerotate sutele de diviziuni necesare reglării lungimii sale, pentru diverse scări ale planimetrului, conform datelor din tabelul anex; la capătul din dreapta, se află montat un vîrf ascuţit, numit şi stil (12) cu un arc spiral, alături de un pinten cu cap rotunjit (13) ce se sprijină direct pe hartă şi o paletă verticală (14) care se ţine cu mîna dreaptă;

- dispozitivul de înregistrare, montat pe un cadru culisabil pe braţul trasor şi compus din: un disc-contor orizontal (5) pe care sînt gravate şi numerotate miile de diviziuni planimetrice ce se citesc în dreptul unui vîrf ascuţit ca de triunghi isoscel şi care este acţionat printr-un surub fără sfîrşit (6), în legătură cu rotiţa înregistratoare (8), singura ce vine în contact direct cu suprafaţa hărţii şi solidară cu un tambur (7), pe care sînt gravate zecile şi numerotate sutele de diviziuni planimetrice, ce se citesc în dreptul reperului zero al unui vernier fix (9), (Pe care se citesc unităţile de diviziuni planimetrice ale dispozitivului de înregistrare) dispozitivului de înregistrare mai este prevăzut cu un vernier rectiliniu (10) pentru reglarea lungimii braţului motor şi cu o rotiţă mobilă exterioară, numită şi ruletă (11), pentru menţinerea echilibrului instrumentului.

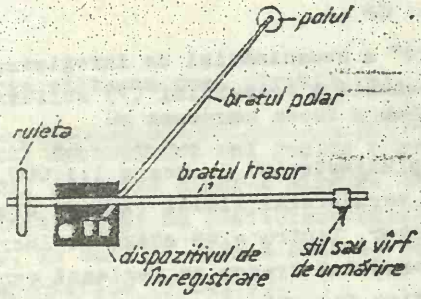


Fig. 13 Schema de construcție a unui planimetru polar

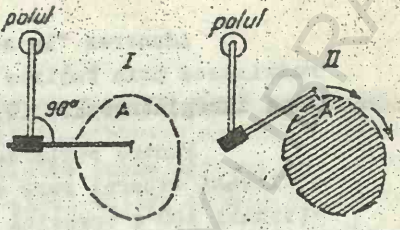


Fig. 14 Folosirea planimetrului polar la măsurarea unei arii cu polul în exterior

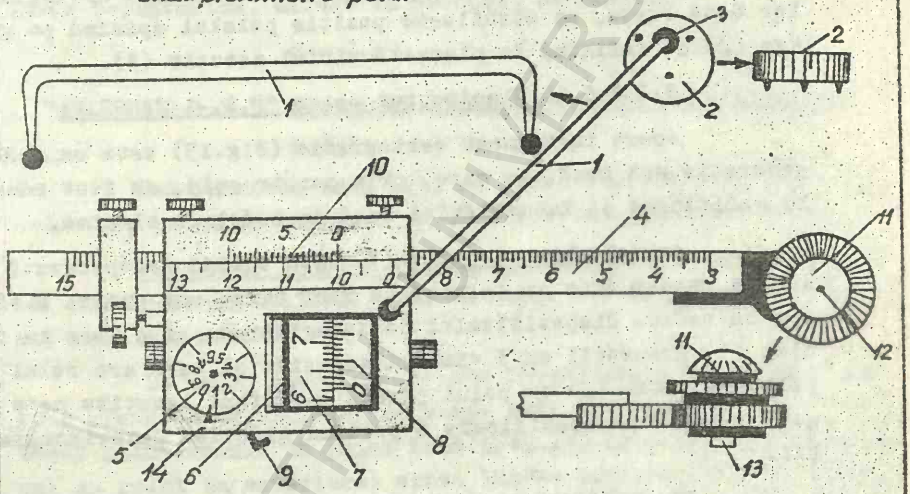


Fig. 15 Planimetrul polar „PL-1 WARSZAWA": 1. brațul polar; 2. greutate cu 3 vîrfuri ascuțite; 3. polul; 4. brațul trasor (cifrele indică sute); 5. discul-contor orizontal; 6. rotița înregistratoare; 7. tambur solidar cu rotița înregistratoare (cifrele indică sute); 8. Vernier pentru citirea unităților; 9. pîrghia de aducere la zero a mecanismului; 10. Vernier pentru reglarea scării planimetrului; 11. Lupă; 12. punctul de urmărire a conturului ariei; 13. Plăcuță din plexiglass cu punct de urmărire; 14. reper pentru citiri pe discul-contor.

TABELUL 6. Valoarea coeficientului (K) în ha, al planimetrului polar „PL-1 WARSZAWA", la scara 1:1.000, pentru determinări de arii pe hărți topografice:

Scara hărții	Lungimea brațului trasor (în diviziuni)	Coeficientul K (în ha)	Formula
1:20.000	100	0,4	S = C.K
1:25.000	100	0,625	
1:50.000	100	2,5	
1:100.000	100	10,0	

Aducerea "la zero" a mecanismului de înregistrare se realizează prin ţotirea manuală a tamburului (7) solidar cu rotiţa înregistratoare (8).

Pentru reglarea planimetrului la scara 1:1.000, se stabilizează reperul zero al vernierului liniar (10) în dreptul diviziunii 100 a braţului motor. Pentru alte scări de lucru ale instrumentului, lungimea braţului trasor se reglează conform datelor din tabelul anex, aflat în cutia de protecţie.

Pentru punerea în poziţie de lucru, după articularea celor două braţe, se stabileşte poziţia polului apăsînd pe greutatea (2) şi înfigînd în planşetă vîrful ascuţit (3).

3.2.1.5.2. Planimetrul polar "P.L.-1 WARSZAWA"

Acest instrument cartografic (Fig.15) este un model din generaţia mai nouă, la care, prin construcţie, au fost aduse unele modificări şi îmbunătăţiri faţă de modelele clasice.

Astfel, braţul polar (1) este o tijă independentă îndoită la capete unde se termină cu două bile, una pentru articularea cu cadrul dispozitivului de înregistrare şi a doua cu orificiul (3) greutăţii cu 3 vîrfuri ascuţite şi care are rolul de pol; greutatea (2) cu polul posedă 3 vîrfuri ascuţite care asigură o mai bună stabilizare a polului şi evită deteriorarea hărţii.

Dispozitivul de înregistrare este alcătuit din aceleaşi piese ca la modelele clasice, dar sînt plasate în poziţie inversă şi mascate astfel: deasupra discului - centor (5) se află o carcasă transparentă avînd gravat un reper (14) în dreptul căruia se citesc miile de diviziuni; rotiţa înregistratoare (6), tamburul (7) şi vernierul curbiliniu (8) sînt acoperite de o lupă pentru mărirea imaginii diviziunilor.

Pentru urmărirea conturului ariei de determinat, la capătul liber al braţului motor se află gravat un punct negru (12) pe o plăcuţă din plexic-glass, deasupra cărora este montată o lupă (11) ce ajută la observarea imaginii mărite a conturului ariei şi deci la o mai exactă urmărire a acesteia.

Aducerea la zero a mecanismului se realizează automat

prin săltarea unei pîrghii (9).

De asemenea acest model de planimetru oferă avantajul unei determinări mai rapide a ariilor printr-un calcul mai simplu, constînd dintr-o singură înmulţire între citirea la planimetru (C) şi un coeficient (k) ale cărui valori se dau în hectare, în tabelul anexat cutiei, pentru diverse scări ale hărţilor topografice (Tabel 7).

Aşadar, cu acest planimetru se poate măsura o arie pe harta topografică, direct în hectare, cu formula

$$S = C.k$$

3.2.1.5.3. Măsurarea ariilor pe hărţi cu planimetrul polar

Determinarea unei arii se poate realiza prin două procedee: cu polul în exterior şi cu polul în interiorul ariei.

Măsurarea ariilor cu polul în exterior. Este procedeul cel mai frecvent utilizat, dar în acest caz se pot determina numai arii mai reduse.

In acest scop, se întinde în prealabil harta cu pioneze pe o planşetă orizontală, se alege aria de determinat şi se montează planimetrul; în prima fază (Fig.14) se plasează instrumentul cu polul în exteriorul ariei într-o poziţie cît mai convenabilă, astfel încît stilul sau punctul de urmărire să se situeze aproximativ pe mijlocul ariei, iar între cele două braţe să existe un unghi de cca 90°, după care se face un tur de probă, se urmăreşte o singură dată întregul contur al ariei, pentru a constata dacă, la desfăşurarea maximă, braţele îl pot cuprinde; dacă aceasta se realizează, în faza II se fixează definitiv polul, se aduce stilul (punctul de urmărire) pe un punct de pornire A situat pe contur, se aduce mecanismul de înregistrare la zero, după care se urmăreşte cu mare atenţie conturul ariei, deplasînd stilul cu mîna dreaptă numai în sensul de mers al acelor de ceasornic, pînă se revine în punctul A. După acest prim tur se poate efectua citirea şi apoi calculul mărimii ariei. Însă, pentru obţinerea unui rezultat mai apropiat de realitate, se recomandă parcurgerea conturului ariei de cel puţin trei ori, luînd în

considerare citirea medie.

Citirea (C) la un planimetru se efectuează astfel:

- miile de diviziuni se citesc pe discul-contor orizontal, în dreptul reperului; de cele mai multe ori, reperul se va afla între două valori de pe disc, din care se citeşte cea mai mică;

- sutele şi zecile de diviziuni planimetrice se citesc pe tamburul vertical, în dreptul reperului zero al vernierului curbiliniu, ţinînd cont că cifrele simple de pe tambur indică de fapt sutele de diviziuni iar o diviziune mică valorează 10 diviziuni planimetrice; obişnuit reperul zero al vernierului se află între două diviziuni numerotate de pe tambur, din care se citeşte valoarea mai mică (ex.: 500 în fig.12 şi 600 în Fig.15), de la care se urmăreşte cîte diviziuni întregi de pe tambur mai apar pînă în dreptul reperului zero-vernier, reprezentînd zecile de diviziuni planimetrice (20 în Fig.12 şi tot 20 în Fig.15);

- unităţile de diviziuni se citesc pe vernierul curbiliniu din faţa tamburului vertical, urmărind a cîta diviziune de pe vernier se află exact faţă în faţă cu o diviziune de pe tambur (în Fig.12, diviziunea a 3-a de pe vernier, în timp ce, în Fig.15 se citesc 0 unităţi, deoarece reperul zero-vernier se află exact în dreptul diviziunii 20 de pe Tambur).

O citire se poate compune din 4 sau numai din 3 cifre.

Astfel, în Fig.12, citirea C=2.523, iar în Fig.15, C= =620.

O citire la planimetru reprezintă numărul de diviziuni planimetrice înregistrate după parcurgerea conturului ariei.

Cînd conturul ariei a fost parcurs de 3 ori, atunci se calculează numărul generator sau citirea medie (Cm). Astfel, în cazul citirii la planimetrul "REISS" din Fig.12, citirea medie este

$$C_{medie} = \frac{2.523}{3} = 841 \text{ diviz. planimetrice}$$

iar în cazul planimetrului „P.L-1" din Fig.15, citirea medie este

$$C_{medie} = \frac{620}{3} = 207, \text{ diviz. planimetrice}$$

Pentru calcularea ariei planimetrate, se introduce valoarea citirii medii în una din formulele corespunzătoare amintite mai sus, fiind necesară şi cunoaşterea scării hărţii.

Astfel, dacă măsurarea s-a efectuat pe o hartă la scara 1:25.000, iar planămetrul a fost reglat la scara 1:1000, atunci:

- în cazul folosirii planimetrului "WEISS" (Fig.12)

$$S=C.k\left[\frac{\frac{1}{M'}}{\frac{1}{M}}\right]^2 = 841.10\ m^2\left[\frac{\frac{1}{1.000}}{\frac{1}{25.000}}\right]^2 = 8.410\ m^2.625=5.256.250\ m^2=$$

$$=525{,}625\ ha = 5{,}26\ Km^2$$

- în cazul utilizării planimetrului "P.L.-1" (Fig.15)

$$S=C.k=207.0{,}625\ ha=129{,}4\ ha$$

Procedeul cu polul în interior (Fig.16) este utilizat mai rar, pentru măsurarea pe hartă a ariilor mai mari. Fiind un procedeu mai puţin comod, de cele mai multe ori o arie mai întinsă se împarte grafic în mai multe sectoare, fiecare măsurându-se separat prin procedeul cu polul în exterior. Suma ariilor parţiale reprezintă mărimea ariei totale.

Dacă totuşi se utilizează procedeul cu polul în interior atunci: se plasează braţul motor cu stilul (punctul de urmărire) în centrul ariei de măsurat, iar braţul polar se fixează astfel încît între cele două braţe să se formeze un unghi de 90°; se urmăreşte conturul ariei în sensul de mers al acelor de ceasornic, observînd permanent unghiul format între cele două braţe; dacă acest unghi devine uneori prea mic sau prea mare, se mută polul într-o altă poziţie, favorabilă. Apoi se mută stilul pe un punct de pornire A de pe contur, se aduce mecanismul de înregistrare la zero, se parcurge conturul ariei în sensul acelor de ceasornic de cel puţin trei ori, obţinîndu-se citirea medie (numărul-generator) a cărei valoare se introduce în formula corespunzătoare, în funcţie de scara hărţii, scara planimetrului.

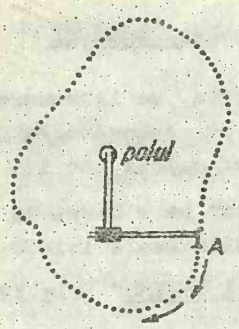


Fig.16. Folosirea planimetrului polar la măsurarea unei arii cu polul în interior

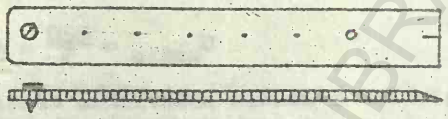


Fig.17 Rigla de control

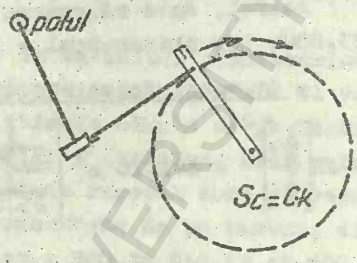


Fig.18 Verificarea planimetrului polar cu rigla de control

Tabelul nr.7 Datele necesare determinării ariilor cu planimetrul polar, pe planuri și hărți la scări diferite

Nr. crt.	Scara hărții 1:N	Scara planimetrului 1:N'	$\frac{N}{N'}$	$\left[\frac{N}{N'}\right]^2$	Citirea C	Coeficientul K	S
1	1:1.000	1:1.000	1	1	C	$10 m^2$	$S = C.K \left[\frac{N}{N'}\right]^2$
2	1:500	"	0,5	0,25	C		
3	1:2.000	"	2	4	C		
4	1:5.000	"	5	25	C		
5	1:10.000	"	10	100	C		
6	1:20.000	"	20	400	C		
7	1:25.000	"	25	625	C		
8	1:50.000	"	50	2.500	C		
9	1:100.000	"	100	10.000	C		
10	1:200.000	"	200	40.000	C		

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

3.2.1.5.4. Verificarea planimetrului polar

Inaintea efectuării planimetrării unor arii pe planuri sau hărți topografice, este necesară verificarea bunei funcționări a planimetrului utilizat. Operațiunea se poate efectua în mai multe moduri, din care amintim:

- Determinarea constantei (coeficientului) K. Pe planul topografic pe care urmează a se planimetra o arie, sau pe o hîrtie milimetrică, se desenează un pătrat cu latura de 5 sau 10 cm. Se planimetrează pătratul desenat cu polul în exterior, obținîndu-se citirea medie (C). Se calculează suprafața pătratului (Sp) la scara planului sau hărții de lucru, determinîndu-se constanta (k) cu formula $k = \frac{S_p}{C}$

- Verificarea planimetrului polar cu rigla de control

Rigla de control este o piesă accesorie aflată în cutia planimetrului, fiind construită (Fig.17) sub forma unei lame din metal cu lungimea de 85 mm și avînd la un capăt un vîrf ascuțit, iar spre capătul opus, mici orificii echidistante la 1 cm sau numai un orificiu la distanța de 6 cm de vîrful ascuțit și în care se plasează stilul planimetrului. Cu rigla de control se poate determina constanta de scară (K) a planimetrului astfel: se înfige vîrful ascuțit al riglei de control pe planșetă, într-un punct P (Fig.18), se montează planimetrul cu stilul introdus în orificiul riglei și avînd între brațe un unghi de cca 90°; se efectuează o citire inițială C_i, se planimetrează în sensul acelor de ceasornic cercul descris de riglă cu R=6 cm și revenind în punctul de pornire A, se efectuează o a doua citire, finală C_f. Pentru un rezultat mai bun se parcurge cercul de mai multe (n) ori, efectuînd citirea finală C_f. Cu cele două valori (citiri) se va obține numărul mediu de diviziuni, sau citirea medie C cu formula

$$C = \frac{C_f - C_i}{n}$$

și apoi se va afla suprafața cercului planimetrat cu relația

$$S = C.k.$$

3.2.1.5.5. Precizia determinării ariilor cu planimetrul

Această precizie este în funcție de diferiți factori: forma și mărimea ariei, starea planului sau hârtii, starea funcțională a planimetrului, atenția depusă de operator ș.a.

Astfel, cînd o arie are un perimetru mare ce închide o suprafață unică, adică are o formă alungită cu multe sinuozități, planimetrarea se realizează cu o precizie redusă, întrucît între cele două brațe se creează unghiuri cînd foarte ascuțite, cînd foarte obtuze.

Dacă hîrtia hărții nu este bine întinsă, rotița înregistrătoare întîmpină obstacole și ca urmare, înregistrarea numărului generator se face cu erori. La planimetrele moderne, astfel de erori sînt înlăturate, întrucît rotița înregistrătoare nu se mișcă pe hîrtie ci pe un disc.

Desigur, un planimetru nou și reglat cu atenție va da o precizie mai mare față de unul vechi și uzat.

La planimetrarea unei suprafețe, ecartul maxim nu trebuie să depășească valoarea toleranței dată de relația:

$$T_s = \pm 0{,}0002 . N . \sqrt{S}$$

în care: T_s = toleranța, în m^2
N = numitorul scării hărții de lucru
S = suprafața măsurată, în m^2

3.2.2. Determinarea ariilor pe hărți la scară mică

Alegerea procedeului celui mai potrivit pentru astfel de determinări depinde de caracterul deformărilor introduse de proiecția cartografică în care a fost întocmită harta utilizată

Pentru hărțile întocmite într-o proiecție echivalentă, deci care nu deformează ariile (ex.:proiecția azimutală echivalentă Lambert, pr.cilindrică echiv.Lambert, pr.conice normale echiv. Euler și Albers, pr.policonică Lalleman, pr.pseudocilindrice Mollweide și Eckert etc.), determinarea ariilor se poate realiza utilizînd oricare din procedeele folosite pe hărțile la scară mare. Erorile obținute sînt aproximativ egale cel puțin cu valoarea unui milimetru pătrat la scara hărții, care însă poate

fi de ordinul zecilor şi sutelor de Km^2. Astfel, la scara 1:22.000.000, 1 mm^2=484 Km^2, iar 1 cm^2=48.400 Km^2.

Pentru hărţile întocmite într-o proiecţie conformă (ex. pr.azim. stereografice; pr.cil.conformă Mercator; pr.cil.echidistantă pătratică sau cilindrică dreptunghiulară, pr.circulară Lagrange etc.), sau într-o proiecţie arbitrară (ex.:pr.cil.stereogr.Gall, pr.circulară Grinten ş.a.), deci care deformează ariile într-o măsură mai mare sau mai mică, poate fi utilizat procedeul numărării ochiurilor reţelei cartografice. Pentru aceasta, se numără ochiurile reţelei cartografice, care se cuprind total sau parţial în interiorul conturului ariei de determinat. Totalul acestor ochiuri se face însă separat pe fiecare latitudine. Fiecare număr de ochiuri întregi se înmulţeşte cu valoarea ariei unui ochi al reţelei cartografice de pe latitudinea respectivă, valoare ce se extrage din tabelele special întocmite în acest scop (A.Năstase - 1963, 1983; Al.Săndulache şi V.Sficlea - 1966, 1970). Suma ariilor mărginite de contur la diferite latitudini va reprezenta aria totală închisă de contur. Desigur, eroarea obţinută prin folosirea acestui procedeu se datoreşte în primul rînd aprecierii din ochi a fracţiunilor de ochiuri ale reţelei cartografice; cu cît ochiurile reţelei cartografice vor fi mai mici, cu atît şi erorile obţinute vor fi mai reduse.

Indiferent de procedeul folosit, determinarea ariilor pe hărţi la scară mică nu poate duce decît la rezultate aproximative.

BCU IASI / CENTRUL DE CARTOGRAFIE LIBRARY

LUCRAREA PRACTICA NR.6

4. INTOCMIREA UNOR PROIECTII CARTOGRAFICE

4.1. Noţiuni generale asupra proiecţiilor cartografice

Definiţie: proiecţia cartografică (sistemul de proiectare cartografică) este modul sau procedeul matematic folosit pentru transpunerea în plan a suprafeţei sferoidale a Pământului cu scopul reprezentării ei, sau procedeul matematic de transformare a unei reţele geografice într-o reţea cartografică.

Reţeaua geografică reprezintă reţeaua de meridiane şi paralele de pe un glob geografic.

Reţeaua cartografică constituie ansamblul meridianelor şi paralelelor de pe o hartă, respectiv ale unei proiecţii cartografice.

- Principalele criterii de clasificare a proiectiilor cartografice

a. După modul în care s-a realizat proiectarea suprafeţei Pământului se deosebesc:

- proiectii perspective sau adevărate - care se obţin printr-o proiectare propriu-zisă, prin trecerea punctelor de pe sfera pământească direct pe plan, sau prin intermediul unor suprafeţe conice, cilindrice etc., cu ajutorul unor proiectante;

- proiectii neperspective sau convenţionale - care se obţin prin trecerea de la suprafaţa sferoidală la plan cu ajutorul unor formule matematice

b. După aspectul reţelei cartografice normale se deosebesc:

= Proiecţii azimutale - se obţin prin proiectarea suprafeţei sferice a Pământului pe un plan; au cadrul exterior circular, prezintă paralelele sub forma unor cercuri concentrice, cu centrul în pol iar meridianele linii drepte ce pleacă radiar din pol şi având unghiuri egale între ele şi egale cu cele de pe globul geografic;

- Proiecţii cilindrice - sînt obţinute pe suprafaţa

laterală a unui cilindru; au un cadru exterior dreptunghiular şi atît meridianele cît şi paralelele sînt linii drepte ce se întretaie perpendicular;

- Proiecţii conice - se obţin prin proiectarea suprafeţei sferoidale a Pămîntului pe suprafaţa laterală a unui con; prezintă paralelele sub forma arcelor de cerc concentrice polului, iar meridianele linii drepte ce converg în pol, dar avînd între ele unghiuri mai mici decît corespunzătoarele lor de pe glob;

- Proiecţii policonice - sînt obţinute pe suprafaţa laterală a mai multor conuri; paralele sînt tot arce de cerc dar cu mai multe centre situate pe meridianul central sau prelungirea lui;

- Proiecţiile pseudocilindrice au paralele sub formă de linii drepte şi paralele ca la proiecţiile cilindrice, dar meridianele sînt linii curbe;

- Proiecţiile pseudoconice prezintă paralele sub formă de arce de cerc, ca la proiecţiile conice, dar meridianele sînt linii curbe;

- Proiecţiile poliedrice se obţin prin proiectarea suprafeţei Pămîntului pe un poliedru; ochiurile reţelei cartografice normale au forma de trapez, întrucît paralelele şi meridianele sînt linii drepte ce nu se întretaie perpendicular;

- Proiecţiile circulare au atît meridianele, cît şi paralele sub forma arcelor de cerc şi cadrul exterior circular;

- Proiecţiile derivate sînt obţinute prin modificarea unuia din proiecţiile anterioare şi au o reţea cartografică cu un aspect foarte diferit.

c. După caracterul deformărilor se pot deosebi:

- Proiecţii conforme (echiunghiulare sau ortoforme), care nu deformează unghiurile;

- Proiecţii echivalente (homalografice), care nu deformează ariile;

- Proiecţii arbitrare (afilactice sau fără legături), care deformează şi unghiurile şi ariile şi cuprind şi două grupe particulare:

- proiecţii echidistante - care păstrează nedeformate lungimile pe una din direcţiile principale şi

- proiecţii ortodromice - acelea care au proprietatea unică de a proiecta sub forma unei linii drepte ortodroma (drumul cel mai scurt dintre două puncte), care pe glob este un arc de cerc mare.

d. După poziţia pe glob a centrului reţelei cartografice sînt:

In cazul proiecţiilor perspective cilindrice şi conice, în funcţie de poziţia axei cilindrului şi conului faţă de axa polară, se obţin

- proiecţii normale - cînd axa cilindrului sau conului coincide cu axa polară;

- proiecţii transversale - cînd cele două axe sînt perpendiculare şi

- proiecţii oblice - cînd între cele două axe există un unghi între 0^0 şi 90^0.

In cazul proiecţiilor azimutale, terminologia este modificată:

- proiecţie polară - cînd planul de proiectare este perpendicular pe axa polară a globului geografic;

- proiecţie ecuatorială - cînd acelaşi plan este paralel cu axa polară;

- proiecţie orizontală - cînd între planul de proiectare şi axa polară există un unghi oarecare de 0^0-90^0.

4.2. Construirea unor proiecţii azimutale

4.2.1. Proiecţia perspectivă polară ortografică

Teoretic, această proiecţie se obţine prin proiectarea suprafeţei sferoidale a globului geografic pe un plan tangent în unul din poli, cu raze proiectante pornind de la o distanţă infinită şi deci paralele. Ca urmare, reţeaua cartografică are un cadru de formă circulară şi poate reprezenta numai una din emisferele nordică sau sudică.

Cercul de bază al reţelei este ecuatorul, centrul său fiind polul.

Paralele sînt cercuri concentrice în pol, dar distanța dintre ele se mărește spre centrul rețelei.

Meridianele sînt linii drepte ce pornesc radiar din centrul rețelei, avînd unghiuri egale între ele și egale cu unghiurile corespunzătoare de pe glob.

Construcția grafică (Fig.19): se trasează inițial un cerc cu raza (r) egală cu raza Pămîntului (R) redusă la scară.

Astfel, dacă se consideră scara de proporție 1:200.000.000 și știind că R=6.370 Km, atunci

$$r = \frac{R}{N} = \frac{6.370 \text{ Km}}{200 \text{ Km}} \quad 3,2 \text{ cm}$$

Se împarte apoi cercul în 4 cadrane, trasînd două diametre reciproc perpendiculare.

Dacă rețeaua cartografică se va trasa din 30° în 30°:

- pentru trasarea meridianelor, se împart cadranele în părți egale a cîte 30° și se unesc diviziunile cu centrul rețelei, iar

- pentru a trasa cercurile paralele, trebuie determinată mărimea razelor acestora; în acest scop, din două puncte la alegere de pe cercul cadru (de ex. diviziunile 120° și 150°) se coboară cîte o perpendiculară pe diametrul orizontal, pe care îl vor intersecta în punctele M și N; cu compasul avînd vîrful în centrul rețelei și cu deschiderea pînă în M se va trasa cercul paralelei de 30°, iar cu deschiderea pînă în N se va trasa cercul paralelei de 60°.

4.2.2. Proiecția neperspectivă polară Postel

Principala proprietate a acestei proiecții este echidistanța pe meridian.

De asemenea, poate reprezenta una din emisferele nordică sau sudică.

Rețeaua cartografică are paralelele sub forma unor cercuri concentrice cu centrul în pol, cercul cadru fiind ecuatorul, iar meridianele sub forma unor linii drepte ce converg în pol și cu unghiuri egale și nedeformate între ele.

PROIECȚIILE AZIMUTALE

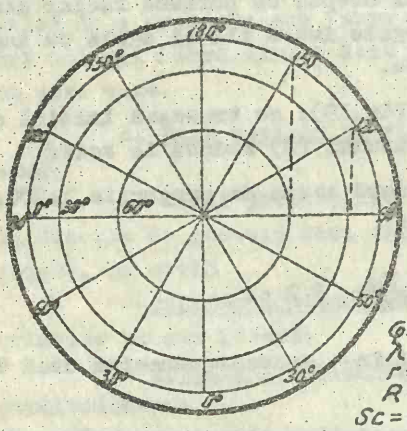
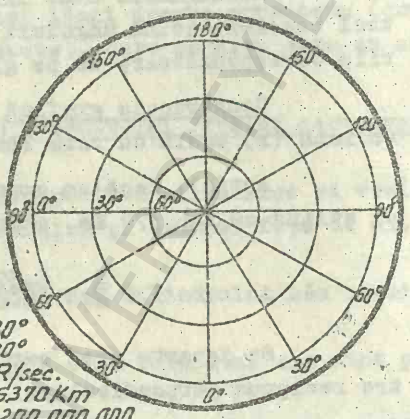
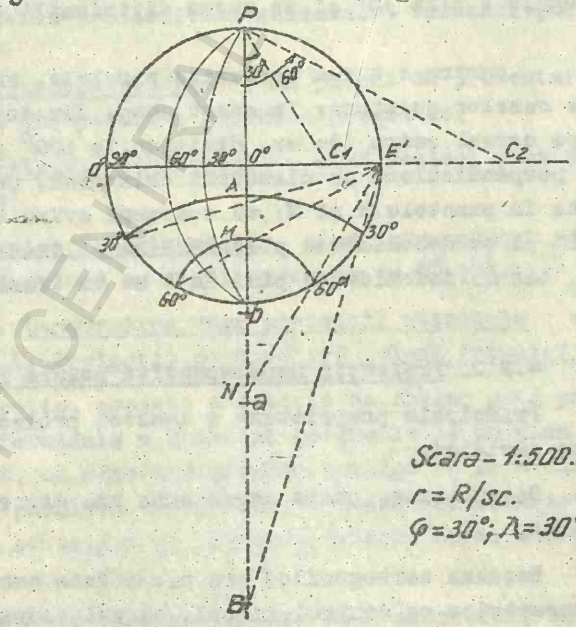


Fig. 19 Proiecția perspectivă polară ortografică



φ=30°
λ=30°
r=R/sec.
R=6370 Km
Sc=1:200.000.000

Fig. 20 Proiecția neperspectivă polară Postel



Scara – 1:500.000.000
r = R/sc.
φ=30°; λ=30°

Fig. 21 Proiecția perspectivă stereografică ecuatorială.

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Însă, distanța (d) a unei paralele, deci raza ei, este chiar lungimea arcului de meridian de la centrul rețelei (polul), încît distanțele sînt nedeformate înlungul meridianelor, iar între paralele rămîn distanțe egale ca și pe glob.

Pentru construirea unei astfel de rețele cartografice (Fig.20), la scara 1:200.000.000, cu distanța unghiulară între paralele $\varphi = 30^0$ și între meridiane $\lambda = 30^0$, se trasează mai întîi un cerc cu raza r=R redusă la scară, deci r=3,2 cm.

Se împarte apoi cercul în 4 cadrane, trasînd două diametre reciproc perpendiculare.

Pentru trasarea meridianelor, se împart cadranele în părți egale a cîte 30^0 fiecare, unind diviziunile rezultate prin cîte o linie dreaptă cu centrul rețelei (polul).

In scopul trasării cercurilor paralele, se măsoară lungimea arcelor corespunzătoare pe meridian, de exemplu, pe meridianul de 90^0, pornind din pol; diviziunile rezultate vor marca mărimea razelor cercurilor paralele, care se pot trasa cu compasul, avînd vîrful situat în pol.

Pentru rețelele cartografice azimutale avînd cadrul circular, se recomandă și trasarea, cu linie groasă a unui cerc cu rol de cadru extern, ornamental.

4.2.3. Proiecția perspectivă stereografică ecuatorială

Este o proiecție ce are proprietatea de conformitate. Obținîndu-se pe un plan tangent la ecuator, poate reprezenta una din emisferele estică sau vestică. Punctul de vedere, cel din care pornesc razele proiectante, se află tot pe ecuator, dar în partea opusă, la 180^0 distanță față de planul de proiectare.

Prin proiectarea astfel efectuată, se obține o rețea cartografică cu un cadru circular și avînd atît meridianele cît și paralelele sub forma arcelor de cerc, cu excepția ecuatorului și a meridianului central care sînt linii drepte. Curbura paralelelor devine tot mai puternică spre poli. De asemenea, distanțele dintre paralele pe meridianul central, ca și distanțele dintre meridiane pe ecuator sînt tot mai mari de la centrul spre exteriorul rețelei.

Construcţia grafică (Fig.21) se realizează uşor, doar cu compasul, rigla şi un raportor.

Pentru realizarea unei astfel de reţele cartografice la scara 1:500.000.000 şi avînd distanţa dintre paralele (φ) şi dintre meridiane (λ) egală cu 30°, se trasează iniţial un cerc a cărui rază r=2.R/sc.=25,5 mm.

In vederea trasării meridianelor şi a paralelelor care sînt arce de cerc, trebuie determinate mai întîi poziţia centrelor şi mărimea razelor lor.

Pentru a trasa meridianele, se construiesc, cu un raportor plasat cu originea în unul din poli, de exemplu în Polul Nord (P), spre dreapta, unghiuri egale de cîte 30°, începînd de la meridianul central (diametrul vertical); dreptele trasate intersectează diametrul orizontal sau prelungirea acestuia în punctele (o_1) şi (o_2) care reprezintă centrele arcelor de cerc ale meridianelor de 30° şi respectiv 60°; plasînd compasul în (o_1), cu o deschidere o_1P se va trasa meridianul de 30°, apoi în (o_2), cu o deschidere o_2P se va trasa meridianul de 60° longitudine vestică; pentru a trasa şi meridianele cu aceleaşi valori, dar de longitudine estică, se va plasa compasul în poziţie simetrică spre stînga faţă de diametrul vertical.

Pentru trasarea paralelelor de 30° şi de 60°, mai întîi de latitudine sudică, se împart cadranele de la sud de diametrul orizontal în segmente egale a cîte 30°, marcînd diviziunile cu valorile 30° şi respectiv 60°. Din punctul E' se duc două drepte trecînd prin ambele diviziuni de 30° de pe cerc şi care intersectează diametrul vertical, sau prelungirea lui, în punctele A şi B; plasînd compasul cu vîrful ascuţit la mijlocul distanţei AB, în punctul (a), se va trasa un arc de cerc cu o rază aA care va trece şi prin diviziunile de 30°, reprezentînd paralela de 30° latit.S. Apoi se trasează alte două drepte din E', trecînd prin ambele diviziuni de 60° ale cadranelor sudice şi care intersectează diametrul vertical în punctele M şi N; plasînd compasul la mijlocul distanţei MN, în punctul (b), cu o deschidere bM se trasează un arc de arc care va trece şi prin diviziunile

de 60^0 şi care va reprezenta paralela de 60^0 lat.S. În vederea trasării şi a paralelor cu aceeaşi valoare, dar de latitudine nordică, se întocmeşte aceeaşi construcţie grafică ajutătoare la nord de diametrul orizontal sau, mai simplu, pe prelungirea spre nord a razei O^0P, se raportează punctele a' şi b'. egale distanţelor O^0a şi O^0b.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

LUCRAREA PRACTICA NR.7

5. INTOCMIREA UNOR PROIECTII CILINDRICE

5.1. Proiecţia cilindrică normală pătratică (Den Enrico)

In această proiecţie, scara de proporţie rămîne neschimbată în lungul meridianelor, întrucît proiecţia este echidistantă pe meridian, distanţele dintre paralele sînt egale cu cele de pe glob, fiind doar reduse la scară. In schimb ariile şi unghiurile sînt deformate mult spre poli.

Proiecţia este numită pătratică, deoarece ochiurile reţelei cartografice sînt nişte pătrate, distanţele dintre paralele fiind egale cu cele dintre meridiane.

Cadrul exterior are forma dreptunghiulară, specifică tuturor proiecţiilor cilindrice.

Meridianele sînt linii drepte, paralele între ele, perpendiculare pe Ecuator şi au lungimea reală redusă la scară, iar distanţa dintre ele este constantă.

Paralelele sînt tot linii drepte, situate la o distanţă egală cu cea de pe glob pe ecuator redusă la scară.

Polul este reprezentat printr-o linie dreaptă, egală ca lungime cu aceea a ecuatorului.

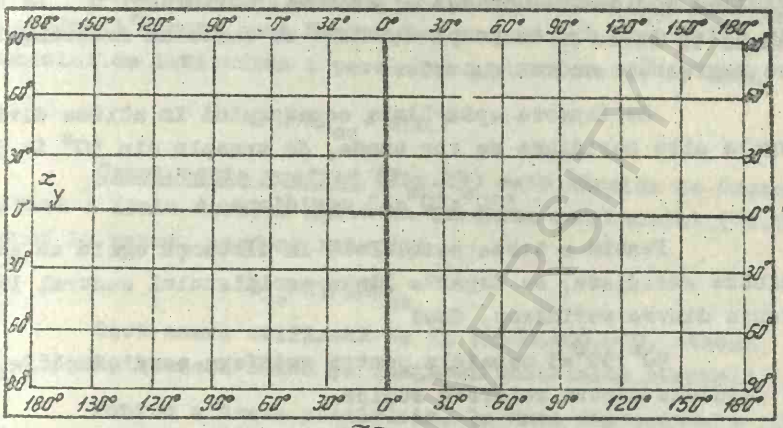
Distanţa dintre meridiane (y) este egală cu aceea dintre paralele (x), întrucît ele se determină cu relaţiile:

$$y = \frac{2\pi \cdot R}{360^0} \cdot \lambda = \frac{\pi \cdot R \cdot \lambda}{180^0}; \quad x = \frac{2\pi \cdot R}{360^0} \cdot \varphi = \frac{\pi \cdot R \cdot \varphi}{180^0}, \text{ dar } \lambda = \varphi, \text{ deci } x = y$$

Construcţia grafică (Fig.22): pentru a construi o astfel de reţea cartografică, la scara 1:300.000.000 şi cu distanţa unghiulară dintre meridiane $\lambda = 30^0$ şi dintre paralele $\varphi = 30^0$, se trasează iniţial o linie dreaptă egală cu lungimea ecuatorului redusă la scară, conform relaţiei:

$$L_{ec} = 2\pi \cdot R / sc = 40.000 \text{ Km/sc} = 133 \text{ mm}$$

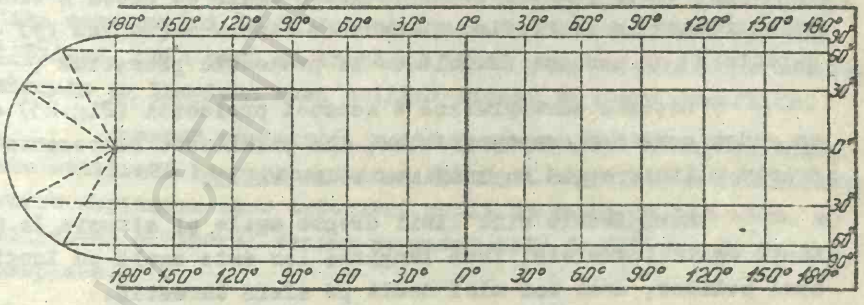
PROIECȚIILE CILINDRICE



Scara – 1:300.000.000; $x = \frac{2\pi R}{360^\circ} \cdot \varphi$; $y = \frac{2\pi R}{360^\circ} \cdot \lambda$; $\varphi = \lambda = 30^\circ \rightarrow x = y$

$Lec. = 2\pi R / sc = 133\,mm$

Fig. 22 Proiecția normală pătratică Don Enrico.
(echidistantă pe meridian)



Scara – 1: 300.000.000; $Lec. = 2\pi R / sc. = 133\,mm$;
$r = R / sc. = 21\,mm$; $\varphi = 30^\circ$; $\lambda = 30^\circ$

Fig. 23 Proiecția normală echivalentă Lambert

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

La mijlocul acestei drepte se trasează o altă dreaptă perpendiculară și egală cu 1/2 din lungimea ecuatorului, reprezentînd meridianul central al rețelei, meridianul 0°. La capetele celor două drepte perpendiculare se trasează un dreptunghi, ce va reprezenta cadrul exterior.

Se împarte apoi linia ecuatorului în atîtea diviziuni egale cîte meridiane se vor trasa, de exemplu din 30° în 30°, deci

$$360^\circ : 30^\circ = 12 \text{ meridiane}$$

Pentru a trasa paralelele la distanță egală cu aceea dintre meridiane, se împarte linia meridianului central la distanța dintre meridiane, deci

$90^\circ : 30^\circ = 3$ paralele pentru emisfera nordică și la fel 3 paralele pentru emisfera sudică.

Această proiecție este favorabilă mai ales pentru reprezentarea regiunilor situate între tropice, a unor suprafețe mici și pentru planuri de orașe.

5.2. Proiecția cilindrică normală echivalentă Lambert

Pentru obținerea acestei proiecții, Lambert a proiectat suprafața globului geografic pe un cilindru tangent la ecuator. De aceea, toate paralelele au lungimea egală cu aceea a ecuatorului redusă la scară, iar distanțele dintre meridiane (y) se calculează cu aceeași formulă ca la proiecția pătratică ($\frac{\pi . R . \lambda}{180^\circ}$)

Rețeaua cartografică a acestei proiecții (Fig.23) are un cadru exterior dreptunghiular, iar polul este reprezentat printr-o linie egală cu lungimea ecuatorului.

Meridianele sînt linii drepte egale și situate la distanțe egale între ele, însă lungimea lor este egală cu lungimea axei polilor, deci mai mică decît pe sfera terestră.

Paralelele sînt tot linii drepte și paralele, egale cu lungimea ecuatorului, dar distanța dintre ele scade spre poli de unde și numele de "proiecție cu latitudini descrescînde". Lambert a micșorat distanța dintre paralele spre poli pentru a obține tocmai proprietatea de echivalență.

Distanța unei paralele față de ecuator (x) este egală cu produsul dintre raza Pământului redusă la scară și sinusul unghiului de latitudine a paralelei proiectate (φ), deci

$$x = R/_{sc} \cdot \sin \varphi$$

Construcția grafică (Fig.23) este simplă: se trasează inițial o linie dreaptă egală cu lungimea ecuatorului (40.000 Km) redusă la scară, conform relației

$$L_{ec}=2\pi.R/_{sc}$$

Dacă scara utilizată va fi 1:300.000.000, atunci L_{ec}=133 mm, aceasta fiind și lungimea celorlalte paralele.

Pentru a trasa paralelele, la unul din capetele liniei ecuatorului se construiește un semicerc cu raza $r=R/_{sc}$.=21 mm; se împarte cu raportul semicercul în diviziuni egale, de ex. de 30^0; din punctele marcate se trasează apoi linii drepte paralele și de aceeași lungime cu ecuatorul.

Intrucît distanța dintre meridiane este constantă și egală cu distanța corespunzătoare de pe sfera terestră în lungul ecuatorului, pentru a trasa meridiane din 30^0 în 30^0, se împarte linia ecuatorului în diviziuni egale de 30^0, deci $360^0:30^0=12$ diviziuni, prin care se trasează linii perpendiculare pe ecuator și egale cu lungimea axei polilor redusă la scara stabilită.

Această proiecție, avînd proprietatea de echivalență, este utilizată la reprezentarea întregii suprafețe a Pământului; pentru obținerea unor deformări medii de unghiuri mai mici, se utilizează cilindrul secant pe paralelele de 30^0 sau de valori apropiate.

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

LUCRAREA PRACTICA NR.8

6. INTOCMIREA UNOR PROIECTII CONICE SI CONVENTIONALE

6.1. Proiecţia conică normală echidistantă Ptolemeu

Mai este denumită şi proiecţia conică simplă

Această proiecţie face parte din grupa de proiecţii conice normale, întrucît se obţine prin proiectarea suprafeţei sferoidale a globului pe suprafaţa laterală a unui con, a cărui axă coincide cu axa polilor şi este tangent în lungul unei paralele.

Aspectul reţelei cartografice (Fig.24) este specific proiecţiilor conice:

- meridianele sînt linii drepte ce converg într-un punct (P) care reprezintă proiecţia polului; distanţele unghiulare dintre meridianele acestei reţele (y) sînt egale, dar au valori mai mici decît unghiurile corespunzătoare pe glob (λ), întrucît sînt calculate cu relaţia

$$y = \lambda . \sin \varphi_0$$

în care φ_0 reprezintă unghiul de latitudine al paralelei de tangenţă; deoarece sinusul unui unghi este mai mic decît unitatea, rezultă că totdeauna $y < \lambda$;

- paralelele sînt arce de cerc paralele cu baza conului de proiectare şi concentrice în acelaşi punct (P) - proiecţia polului; distanţele dintre paralele sînt egale pe meridian; în cazul conului tangent la glob, tangenţa se realizează în lungul unei paralele cu lungimea mai mică decît cea a ecuatorului; raza paralelei de tangenţă (r) se calculează cu relaţia

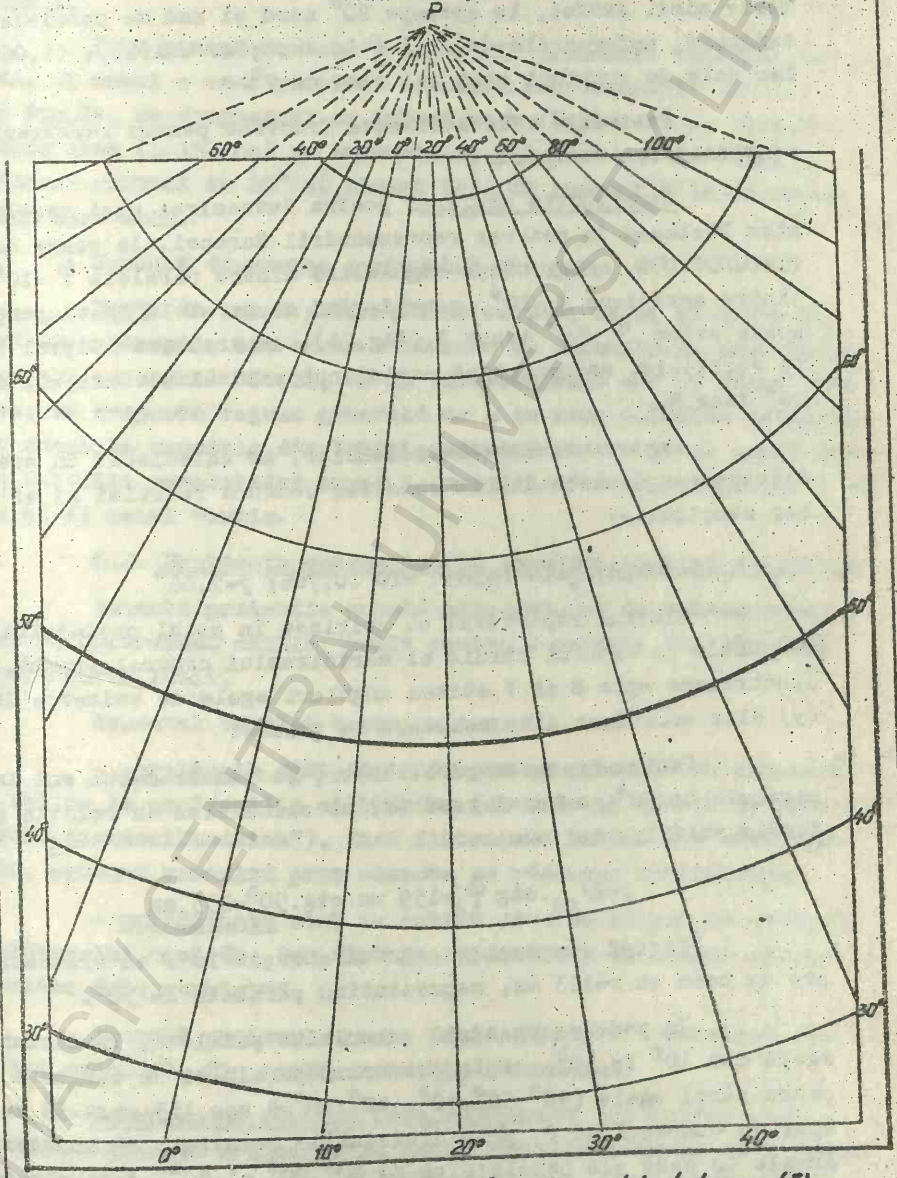
$$r = R . \operatorname{ctg} \varphi_0$$

în care R este raza Pămîntului redusă la scară.

Deformările cele mai reduse sînt în lungul paralelei de tangenţă, care reprezintă linia de deformare zero şi de la care deformările cresc spre nord şi spre sud.

De obicei, această proiecţie se foloseşte la reprezentarea unor teritorii de întindere mijlocie, sau chiar de mărime

Fig. 24 PROIECȚIA CONICĂ NORMALĂ PTOLOMEU
(echidistantă pe meridian)



Scara - 1:40.000.000; $\varphi = 10°$; $\lambda = 10°$; $\varphi_0 = 50°$ (paralela de tangență);
r = raza paralelei de tangență; $y = \lambda \cdot \sin \varphi_0 = 7{,}66°$;
$r = R/sc. \cdot ctg\, \varphi_0 = 133\,mm$

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

unui continent, prezentînd deformări de arii şi de unghiuri relativ mici. Astfel, la aproape 20° nord şi sud de paralela de tangenţă, deformările de arii abia depăşesc unitatea (1,060), iar cele de unghiuri sînt mai mici de 7°.

Proiecţia este utilizată frecvent pentru reprezentarea continentului european.

Construcţia grafică: pentru întocmirea unei reţele conice Ptolemeu în vederea reprezentării Europei, la scara de 1:40.000.000, cu distanţa unghiulară dintre paralele φ =10° şi dintre meridiane λ =10°, considerînd ca paralelă de tangenţă pe aceea avînd φ_0=50° latit.N.(Fig.24), se trasează iniţial o dreaptă verticală, reprezentînd meridianul central al Europei, cel de 20° long.E.

Pentru trasarea meridianelor, se calculează în prealabil distanţa unghiulară dintre acestea, conform relaţiei şi al datelor menţionate:

$$y=\lambda \sin \varphi_0=10^0.\sin 50^0=10^0.0,766;\ y=7,66^0$$

Plasînd raportorul cu originea în polul proiecţiei (P), respectiv pe capătul nordic al meridianului central trasat, se construiesc spre E şi V atîtea unghiuri egale de valoarea lui (y) cîte meridiane sînt necesare de trasat.

Pentru trasarea paralelelor, se construieşte mai întîi paralela de 50°, a cărei rază (r) se calculează cu relaţia şi datele amintite mai sus:

$$r=R/_{sc}.\operatorname{ctg} \varphi_0=159 \text{ mm } \operatorname{ctg}.50^0=133 \text{ mm}$$

Plasînd compasul cu vîrful ascuţit în P se trasează un arc de cerc cu r=133 mm, reprezentînd paralela de 50°.

In vederea trasării celorlalte paralele, la distanţa egală din 10° în 10°, se împarte raza paralelei de tangenţă în patru părţi egale (90°-50°=40°; 40°:10°=4 sau 133 mm:4=33 mm), apoi cu compasul în P, prin diviziunile rezultate se trasează arcele de cerc ale paralelelor de 60°,70° şi 80°, deci ale celor de la nord de paralela de 50°; apoi, avînd în vedere echidistanţa

de 10^0 (respectiv 33 mm) se trasează şi paralele de 40^0, 30^0 ş.a.m.d.

Pe o planşă nu este obligatorie desenarea întregii reţele, ci numai a unei porţiuni necesare reprezentării Europei (în Fig.24, un dreptunghi cu latura mare (L=180 mm) pe verticală, latura mică (l=150 mm) pe orizontală, având ca axă verticală meridianul central de 20^0 şi plasat faţă de punctul P la 25 mm distanţă spre sud).

Urmează desenarea conturului Europei.

Notă: în cazul proiecţiilor conice, ca şi al altor tipuri de proiecţii, ale căror meridiane şi paralele nu sînt linii paralele cu cadrul hărţii, ci îl intersectează sub un unghi oarecare, se respectă regula generală de a se nota valorile meridianelor numai la capetele din lungul cadrului nordic şi al celui sudic, iar valorile paralelelor numai la capetele din lungul cadrului estic şi al celui vestic.

6.2. Proiecţia convenţională pseudocilindrică Mollweide

Această proiecţie posedă proprietatea de echivalenţă, deci nu deformează ariile, motiv pentru care este utilizată şi pentru harta lumii.

Aspectul reţelei cartografice:

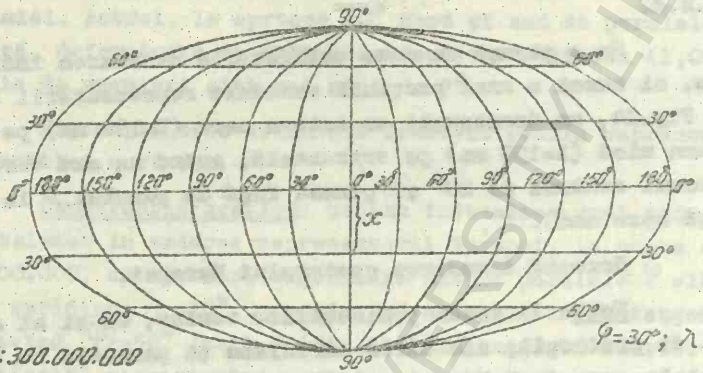
- paralelele sînt linii drepte şi paralele cu ecuatorul la fel ca la proiecţiile cilindrice (de unde şi numele de proiecţie „pseudocilindrică"), însă distanţele dintre ele scad spre poli, autorul urmărind prin aceasta să păstreze echivalenţa;

- meridianele sînt în schimb arce de elipsă cu excepţia meridianului central, iar distanţa dintre ele în lungul aceleiaşi paralele este constantă.

Această proiecţie poate reprezenta fie o emisferă (estică sau vestică), fie toată suprafaţa Pămîntului.

Construcţia grafică (Fig.25): pentru întocmirea unei reţele cartografice Mollweide la scara 1:300.000.000 şi cu distanţa unghiulară dintre paralele $\varphi = 30^0$ şi dintre meridiane $\lambda = 30^0$ se trasează iniţial un cerc de bază cu raza $r = R/_{sc}\sqrt{2} = 30$ mm, în care

Fig. 25 Proiecția convențională pseudocilindrică Mollweide (echivalentă)



$\varphi = 30°$; $\lambda = 30°$

Scara 1:300.000.000

$r = R \cdot \sqrt{2} = 30mm$; $x = R \cdot \sqrt{2} \cdot \sin \varphi$; $x_{30°} = 12mm$; $x_{60°} = 22,6mm$

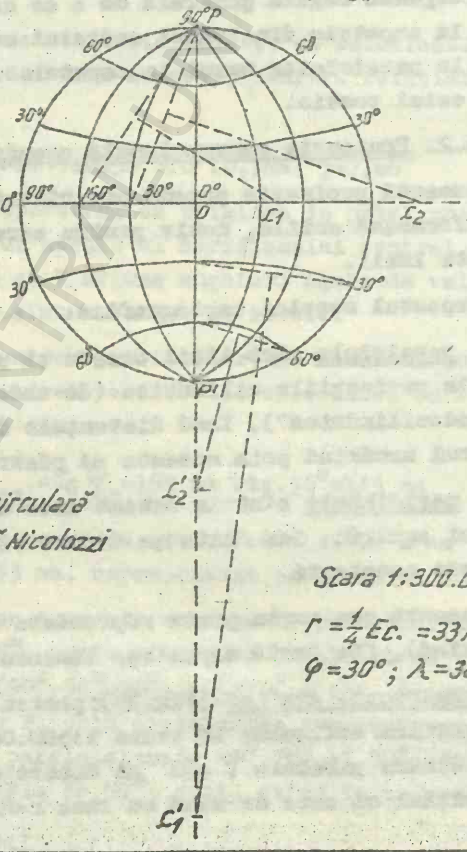


Fig. 26 Proiecția circulară globulară arbitrară Nicolozzi

Scara 1:300.000.000

$r = \frac{1}{4} Ec. = 33mm$

$\varphi = 30°$; $\lambda = 30°$

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

se va putea reprezenta o emisferă; se împarte cercul în patru cadrane egale trasînd două diametre perpendiculare, cel vertical reprezentînd meridianul central, iar cel orizontal jumătatea ecuatorului.

Pentru trasarea paralelelor, care sînt linii drepte şi paralele cu ecuatorul, dar cu distanţe între ele tot mai mici spre poli, autorul a imaginat, pentru calcularea distanţei (x) a unei paralele faţă de ecuator, un tabel cu datele necesare şi formula

$$x=R.\sqrt{2}.\sin\frac{\varphi}{2}$$

în care φ reprezintă proiecţia unghiului de latitudine.

Conform acestei relaţii şi utilizînd scara 1:300.000.000, rezultă: $x_{30^0}=0,571.R=12$ mm; $x_{60^0}=1,078.R=22,6$ mm

Pentru trasarea meridianelor din 30^0 în 30^0 se împarte fiecare paralelă în 6 segmente egale, iar diviziunile rezultate se unesc cu flerarul. In vederea reprezentării şi celei de-a doua emisfere, se prelungesc paralelele spre E şi spre V faţă de cercul de bază cu încă jumătate din lungimea lor; se împart şi aceste prelungiri în 3 segmente egale, iar punctele rezultate se unesc cu flerarul, obţinîndu-se meridianele; unind cu flerarul şi capetele paralelelor, se obţine şi meridianul cadru, care are forma unei elipse.

Proiecţia Mollweide păstrează nedeformate ariile, în schimb unghiurile şi distanţele sînt deformate tot mai mult spre marginile reţelei, îndeosebi dincolo de cercul de bază.

6.3. Proiecţia convenţională circulară Nicolezzi

Mai poartă denumirea de proiecţie globulară sau sferică şi face parte din categoria proiecţiilor circulare arbitrare, alături de proiecţia lui Grinten, ambele fiind mult utilizate pentru hărţile şcolare.

Aspectul reţelei cartografice este asemănător reţelei unui glob geografic privit de la o distanţă finită; atît meridianele cît şi paralelele au forma arcelor de cerc, în afara meridianului central şi a ecuatorului, care sînt linii drepte.

Construcţia grafică este una din cele mai uşoare de realizat.

Pentru obţinerea unei reţele cartografice la scara 1:300.000.000 şi cu distanţele unghiulare dintre meridiane $\lambda = 30^\circ$ şi dintre paralele $\varphi = 30^\circ$ (Fig.26), se trasează iniţial un cerc cu raza $r = \frac{1}{4}$ din lungimea ecuatorului, redusă la scară, deci r=33 mm; se împarte apoi cercul în patru cadrane prin două diametre perpendiculare, cel vertival reprezentînd meridianul central al reţelei, iar cel orizontal jumătate din ecuator, întrucît această reţea poate reda doar o emisferă.

In vederea obţinerii meridianelor din 30° în 30° se împarte linia ecuatorului în 6 diviziuni egale, iar capetele diviziunilor rezultate se unesc cu polul; din mijlocul dreptelor trasate se ridică perpendiculare pînă la intersecţia cu diametrul orizontal sau prelungirea lui în punctele c_1 şi c_2; punctul c_1 reprezintă centrul arcului de cerc al meridianului de 30° iar c_2 centrul arcului meridianului de 60° depărtare de cadrul reţelei.

Pentru obţinerea paralelelor din 30 în 30°, se împarte raza OP în 3 părţi egale şi unul din cadranele sudice în diviziuni de 30°; punctele corespunzătoare ca valoare se unesc prin cîte o dreaptă, din mijlocul lor ridicîndu-se perpendiculare pînă la intersecţia cu diametrul vertical sau prelungirea lui, în punctele c_1' şi c_2'; aceste puncte reprezintă centrele arcelor de cerc ale paralelelor de 30° şi de 60°, ce pot fi trasate cu compasul.

In sprijinul unei construcţii mai rapide, se pot folosi tabele speciale cu distanţele centrelor meridianelor şi paralelelor faţă de centrul cercului cadru.

După aspectul reţelei cartografice, proiecţia globulară se aseamănă mult cu proiecţiile azimutale neperspective ecuatoriale. La fel ca acestea se foloseşte la reprezentarea emisferelor, vestică sau estică.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

LUCRAREA PRACTICA NR.9

7. DETERMINAREA ALTITUDINII UNUI PUNCT PE HARTILE TOPOGRAFICE. PROFILUL TOPOGRAFIC TRANSVERSAL

7.1. Determinarea altitudinii unui punct pe hărţile topografice

In timpul operaţiunilor de determinare a altitudinii unor puncte pe hărţile topografice în curbe de nivel, pot apărea mai multe situaţii:

a) In cazul unui punct (N) situat pe o curbă de nivel (Fig.27 a) altitudinea punctului (N) se consideră valoarea curbei de nivel.

b) In cazul unui punct (N) situat între două curbe de nivel, altitudinea sau cota punctului (H_N) se determină astfel: conform Fig.27-b, prin punctul necunoscut (N) se trasează o linie dreaptă care să cadă aproximativ perpendiculară pe cele două curbe de nivel (de 50 şi de 60 m) între care se află şi pe care le intersectează în punctele A şi B; această dreaptă reprezintă linia de cea mai mare pantă care trece prin punctul (N); cota punctului (N) va fi determinată după relaţia

$$H_N = H_A + \Delta h$$

în care: H_A= altitudinea punctului A=50 m, iar Δh=diferenţa de nivel dintre punctele A şi N, care se calculează măsurînd cu rigla în milimetri distanţa totală AB şi distanţa parţială AN şi aplicînd regula de trei simplă.

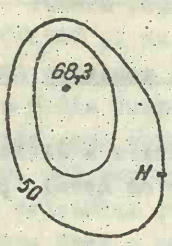
Exemplu: cunoscînd că AB=20 mm, AN=15 mm şi H_A=50 m, atunci

(AB)20mm ... 10 m
(AN)15 mm ... Δh

$$\Delta h = \frac{15 \cdot 10 \text{ m}}{20} = 7{,}5 \text{ m}, \text{ deci } H_N = 50_m + 7{,}5_m = 57{,}5 \text{ m}$$

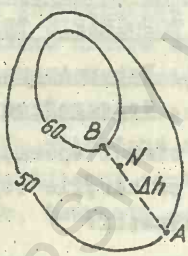
c) In cazul unui punct (N) situat în interiorul unei curbe închise (Fig.27-d) unde se mai află o cotă cunoscută (B), din punctul de cotă cunoscută se trasează o linie dreaptă care trece

Fig. 27 Determinarea altitudinii unui punct pe hărțile topografice



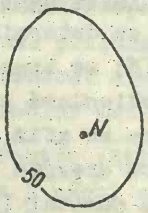
a. Cazul unui punct (N) situat pe o curbă de nivel:

$H_N = 50m$

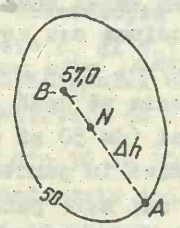


b. Cazul unui punct (N) situat între două curbe de nivel:

$H_N = H_A + \Delta h = 50m + \Delta h$

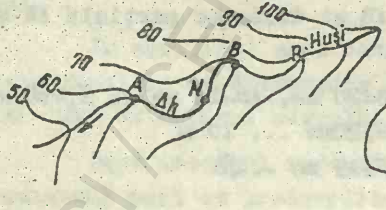


c. Cazul unui punct (N) situat în interiorul unei curbe de nivel închise, unde nu se află nici o cotă cunoscută;
- caz de nedeterminare



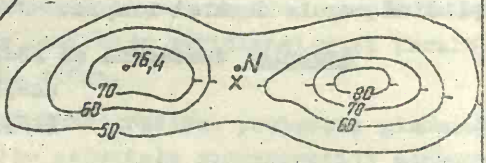
d. Cazul unui punct (N) situat în interiorul unei curbe de nivel închise, unde se mai află o cotă cunoscută (B):

$H_N = H_A + \Delta h = 50m + \Delta h$



e. Cazul unui punct (N) situat pe talvegul unei văi, între două curbe de nivel A și B:

$H_N = H_A + \Delta h = 60m + \Delta h$



f. Cazul unui punct (N) situat în zona unei înșeuări:
- caz de nedeterminare

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

prin punctul (N) pînă la intersecţia cu curba de nivel, în punctul A. In acest caz

$$H_N = H_A + \Delta_h = 50 \text{ m} + \Delta_h$$

Pentru aflarea valorii Δ_h, se măsoară cu rigla în milimetri distanţa totală AB şi parţială AN şi se aplică regula de trei simplă (ca în cazul b).

Exemplu: (AB) 26 mm ... 7,0 m
(AN) 17 mm ... Δ_h

$$\Delta_h = \frac{17 \text{ mm} \cdot 7,0 \text{ m}}{26 \text{ mm}} = 4,5 \text{ m}, \text{ deci } H_N = 50 \text{ m} + 4,5 \text{ m} = 54,5 \text{ m}$$

e) <u>In cazul unui punct (N) situat în zona unei înşeuări</u> cota acestui punct nu poate fi calculată. In Fig.27-e, aparent punctul (N) se află încadrat de patru curbe de nivel diferite. In realitate, nu sînt decît două curbe de valori diferite (de 50 şi de 60 m), dar care nu pot fi unite printr-o dreaptă (linie de cea mai mare pantă) care să treacă prin (N) şi să cadă perpendicular pe ele; dacă prin (N) s-ar trasa o dreaptă pe direcţia N-S, s-ar uni de fapt linia aceleiaşi curbe de 50 m, iar o dreaptă pe direcţia E-V ar uni două curbe cu aceeaşi valoare de 60 m. Este, deci, un alt caz de nedeterminare a cotei unui punct pe hartă.

f) <u>In cazul unui punct (N) situat pe talvegul unei văi</u> (Fig.27-f): pe marginea unei benzi de hîrtie, se înregistrează, prin liniuţe, distanţa totală dintre punctele A şi B ţinînd cont de sinuozităţile rîului, marcînd şi poziţia punctului (N). Punctele A şi B sînt punctele în care pîrîul (rîul) este intersectat de curbele de 60 şi de 70 m între care este situat punctul (N). Se obţine astfel lungimea desfăşurată în linie dreaptă a rîului între A şi B. In continuare, altitudinea punctului (N) se determină cu relaţia

$$H_N = H_A + \Delta_h$$

Valoarea Δ_h se calculează măsurînd cu rigla, în milimetri, distanţa totală pe rîu dintre punctele A şi B şi distanţa parţială AN şi aplicînd regula de trei simplă (ca în cazurile b şi d).

7.2. Întocmirea profilului topografic transversal

Profilul topografic transversal este o secțiune prin suprafața uscatului terestru cu un plan vertical și constituie cel mai simplu mijloc de analiză a reliefului terestru. Ca urmare, el se întîlnește frecvent în lucrările de geomorfologie.

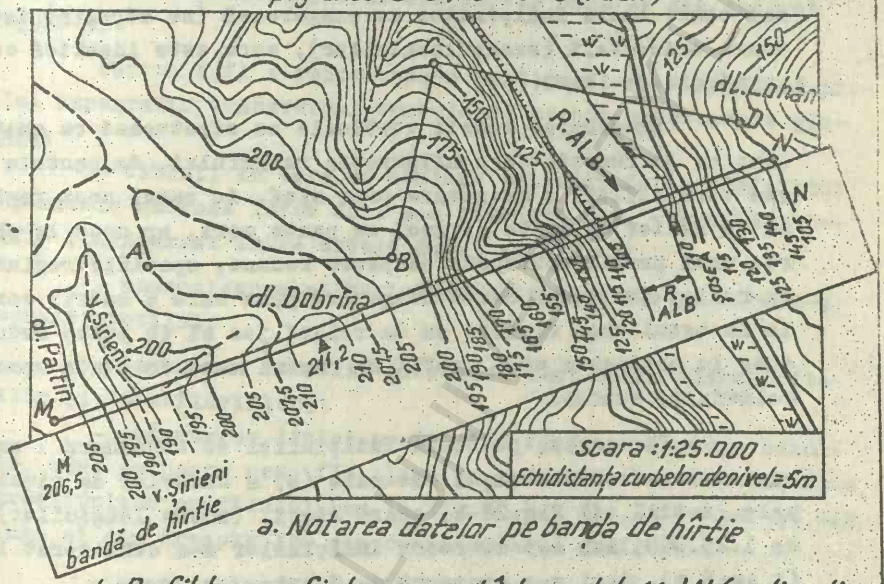
Profilul topografic stă la baza întocmirii multor alte tipuri de profile: geomorfologice, geobotanice, climatice, hidrologice ș.a.

Un profil topografic transversal poate fi întocmit între două puncte, numai pe o hartă topografică în curbe de nivel, pe o direcție fie rectilinie, (în Fig.28-a, direcția M-N), fie frîntă (direcția A-B-C-D).

In cazul unei direcții rectilinii, între două puncte M și N (Fig.28-a); pe harta topografică în curbe de nivel, se unesc cele două puncte (care pot fi două cote cunoscute, sau alte puncte ale căror cote trebuie determinate) printr-o linie dreaptă, cît mai subțire. Această linie reprezintă proiecția orizontală a planului vertical de secționare a reliefului. In lungul acestei linii se plasează o bandă de hîrtie, pe marginea căreia se vor nota, prin liniuțe, toate punctele de intersecție a liniei profilului cu curbele de nivel, cu talvegul văilor, cu cumpenele de apă, iar dacă este nevoie și cu limitele unor vetre de așezări sau ale unor păduri, ori poziția unor căi de comunicații. In dreptul liniuțelor se notează valorile curbelor de nivel intersectate, ca și cotele celorlalte puncte de intersecție ale liniei profilului, care însă trebuie determinate. Pentru a ne crea de la început o imagine aproximativă asupra configurației viitorului profil transversal, se recomandă ca spre marginea inferioară a benzii de hîrtie, să se schițeze în linii generale viitorul profil.

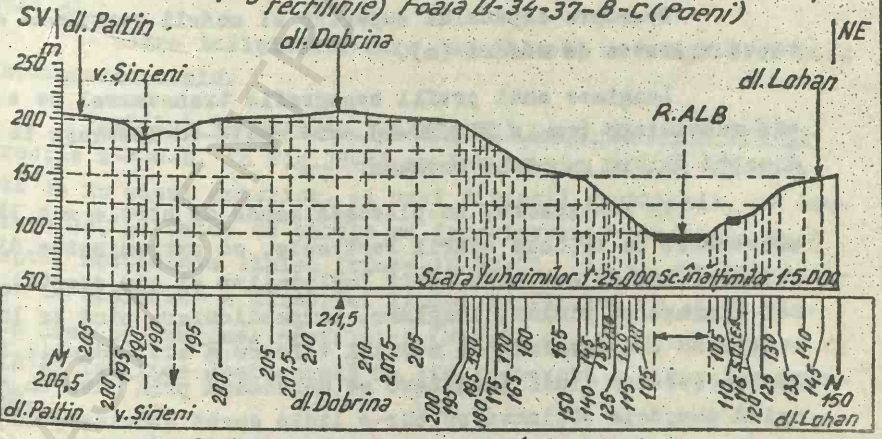
Pe o hîrtie milimetrică, în stînga, se trasează o linie verticală, pe care se întocmește scara verticală (scara înălțimilor). Pe scara verticală se notează, de jos în sus, valorile curbelor de nivel intersectate de linia profilului, cît și cîteva valori mai mici decît cota minimă întîlnită pe profil, astfel încît linia acestuia să nu atingă nicăieri linia orizontală

Fig. 28 Profil topografic transversal
Foaia topografică U-34-37-B-C (Poeni)



a. Notarea datelor pe banda de hîrtie

b. Profil topografic transversal între cotele M și N (pe direcție rectilinie) Foaia U-34-37-B-C (Poeni)



c. Profil topografic transversal între cotele A și D (pe o direcție frîntă)

trasată perpendicular la baza scării înălțimilor.

Obișnuit, pentru a se obține un profil mai expresiv și mai clar, scara înălțimilor se exagerează (se mărește) față de scara orizontală (scara lungimilor), care este identică cu scara hărții de lucru.

Exagerarea scării verticale se efectuează cu multă atenție, în funcție de configurația reliefului, de pantele medii ale versanților; o exagerare prea mică, în cazul unei regiuni cu un relief de munte și deci cu pante mari, ar duce la obținerea unui profil estompat, cu pante reduse, specific regiunilor cu relief jos, după cum o exagerare prea mare a scării verticale în cazul unei regiuni cu un relief jos și cu pante reduse, ar duce la obținerea unui profil cu ruperi mari de pantă specifice reliefului muntos.

De regulă, pe scara înălțimilor se consideră 1 mm egal cu valoarea echidistanței naturale (e) a curbelor de nivel normale. Astfel, în Fig.28-b, scara hărții (scara lungimilor) fiind de 1:25.000, iar e=5 m, scara înălțimilor s-a considerat 1:5.000 (1 mm=5 m), deci s-a exagerat de 5 ori.

Deasupra capătului superior al scării verticale se notează unitatea de măsură (m).

Lungimea unui profil topografic transversal pe o direcție rectilinie (ca în Fig.28-b) este egală cu distanța în linie dreaptă dintre punctele extreme.

In continuare, se plasează banda de hîrtie sub linia orizontală de la baza scării verticale, cu extremitatea din stînga (cota M) sub baza scării înălțimilor și din dreptul fiecărei liniuțe se ridică, imaginar, perpendiculare pînă la intersecția cu orizontalele de aceeași valoare a altitudinii; intersecția acestor linii imaginare se marchează prin cîte un punct; unind punctele obținute printr-o linie curbă continuă, se obține linia profilului topografic transversal.

Precizăm că, necesitatea exagerării scării înălțimilor duce oricum la deformarea reprezentării pantelor, pe care le mărește; de aceea, un astfel de profil nu dă o imagine corectă

asupra unghiurilor de pantă în grade, ci numai asupra caracteristicilor formelor de relief.

Pentru scoaterea mai clară în evidenţă, se obişnuieşte ca spaţiul de sub linia profilului să fie haşurat sau colorat (Fig.28-c).

Pentru a fi o reprezentare cartografică ştiinţifică, profilul topografic transversal trebuie să posede următoarele elemente:

- titlul, în care se include obişnuit felul profilului şi punctele extreme între care s-a întocmit (ex. - Profil topografic transversal între cotele 206,5 şi 150 m);

- nomenclatura şi titlul foii topografice pe care s-a executat profilul;

- toponimia formelor de relief secţionate (denumirile văilor şi interfluviilor);

- orientarea liniei profilului faţă de punctele cardinale, care se poate nota fie lîngă două liniuţe trasate deasupra extremităţilor profilului (ca în Fig.28-b), fie în colţurile din stînga şi din dreapta jos ale reprezentării grafice;

- scara orizontală (a lungimilor), identică cu scara hărţii şi

- scara înălţimilor care, de obicei, se exagerează faţă de scara orizontală.

Profilul topografic transversal pe o direcţie frîntă (direcţia A-B-C-D, în Fig.28-a) se întocmeşte în cea mai mare parte ca în cazul anterior, al unei direcţii rectilinii, cu deosebirea că, pe banda de hîrtie se înregistrează succesiv, spre dreapta, sectoarele liniei frînte-AB+BC+CD, cît şi poziţia punctelor de schimbare a direcţiei liniei profilului (B şi C). Rezultă deci că lungimea profilului (Fig.28-c), în acest caz va fi egală cu lungimea desfăşurată în linie dreaptă a direcţiei frînte AD.

Construcţia grafică obţinută (Fig.28-c) este asemănătoare cu aceea din cazul anterior (Fig.28-b) cu o singură deosebire: punctele de schimbare a direcţiei profilului se marchează deasu-

pra printr-o liniuță verticală, iar orientarea față de punctele cardinale se notează pe sectoare.

Acest gen de profil topografic transversal este utilizat în geomorfologie, dar mai ales la întocmirea profilelor geologice.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

LUCRAREA PRACTICA nr.10

8. PROFILUL TOPOGRAFIC LONGITUDINAL, PROCEDEE PENTRU REPRODUCEREA HARTILOR

8.1. Profilul topografic longitudinal este o secţiune prin suprafaţa reliefului uscatului terestru cu o suprafaţă verticală, în lungul unor linii sinuoase - talvegul unei văi, o cumpănă de ape, o cale ferată, o şosea ş.a.

Acest tip de profil topografic se poate întocmi, de asemenea, numai după o hartă topografică în curbe de nivel, iar modul de realizare este în mare parte identic ca în cazul profilului topografic transversal, cu unele deosebiri.

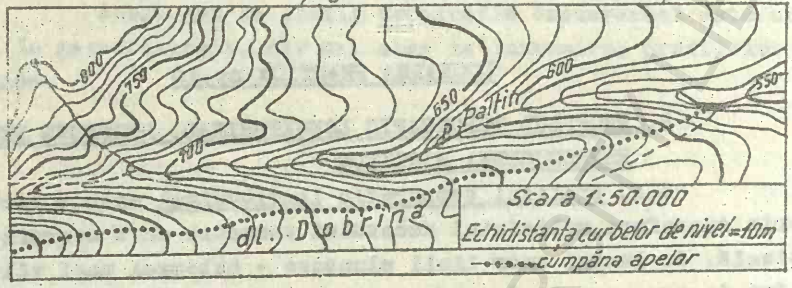
Cele mai frecvent utilizate sînt profilele longitudinale ale văilor şi ale interfluviilor.

Profilul topografic longitudinal al unei văi. In acest caz (Fig.28 A-a) în prima etapă, se înregistrează pe marginea unei benzi de hîrtie, prin liniuţe, poziţia tuturor punctelor de intersecţie a talvegului văii (a rîului) cu curbele de nivel, însă ţinînd cont de lungimea desfăşurată a rîului - care de obicei este meandrat - între două curbe de nivel consecutive. Pe banda de hîrtie se notează şi poziţia punctelor de confluenţă a rîului cu eventualii afluenţi. In final, se obţine lungimea profilului longitudinal, care este egală cu lungimea desfăşurată în linie dreaptă a rîului între punctele extreme stabilite, care pot fi punctul de izvor şi cel de debuşare în rîul colector, sau alte puncte. In dreptul liniuţelor de notează, pe bandă, valoarea fiecărei curbe de nivel, cît şi cotele punctelor extreme sau ale eventualelor confluenţe cu alţi afluenţi, cote care trebuie calculate.

Apoi, pe o hîrtie milimetrică, se construieşte, de obicei în stînga, scara înălţimilor care, de asemenea, trebuie exagerată faţă de scara lungimilor, de regulă, considerîndu-se 1 mm = cu valoarea echidistanţei curbelor de nivel normale la scara hărţii de lucru. Şi în acest caz, pe scara verticală se notează valoarea curbelor de nivel intersectate de rîu, notarea începînd de jos, de la o valoare rotundă ceva mai mică decît cota

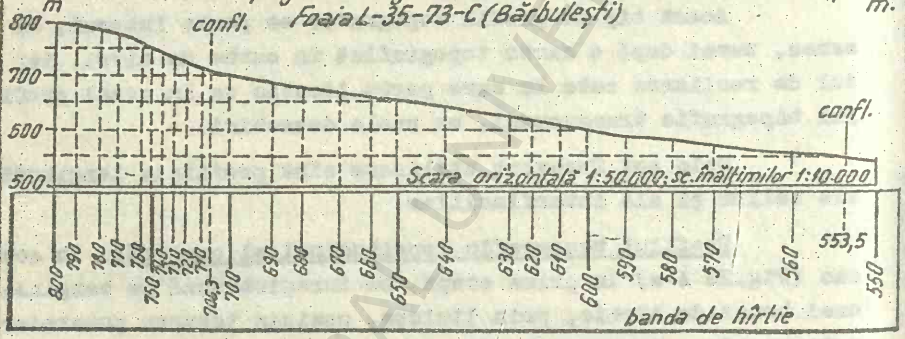
Fig. 28 A - Profilul topografic longitudinal

Foaia topografică L-35-73-C (Bărbulești)



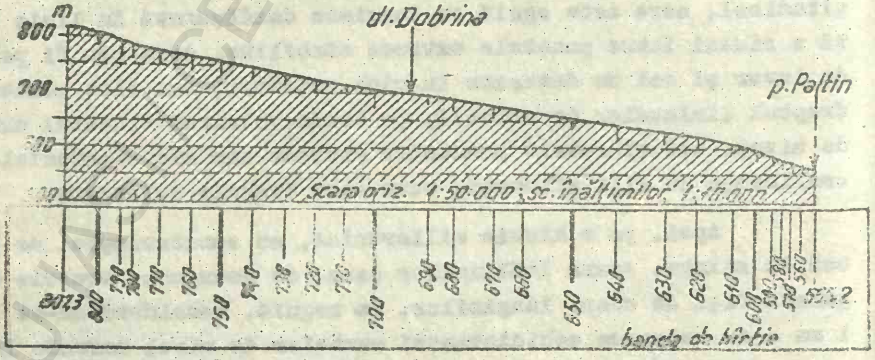
a. Profilul topografic longitudinal al v. Paltin între cotele 800,0 și 550,0 m.

Foaia L-35-73-C (Bărbulești)



b. Profilul topografic longitudinal prin dl. Dobrina

Foaia L-35-37-C (Bărbulești)



BCU CENTRALA DIGITAL LIBRARY

minimă a rîului, astfel încît linia profilului longitudinal să nu atingă niciodată linia orizontală de la baza scării înălțimilor.

În ultima etapă, sub linia orizontală de la baza scării înălțimilor, se aplică banda de hîrtie, cu unul din punctele extreme ale profilului, de obicei punctul cu cota mai mare, sub baza scării verticale; din dreptul fiecărei liniuțe se ridică imaginar cîte o perpendiculară pînă la intersecția cu orizontalele de aceeași valoare. Unind punctele rezultate, se obține linia profilului longitudinal al rîului, a cărui pantă descrește într-un singur sens. Spațiul de sub linia profilului se hașurează dens, sau se colorează.

Un astfel de profil trebuie să fie însoțit de următoarele date (Fig.28 A-a):

- titlul, în care se include felul profilului, denumirea văii, punctele extreme, nomenclatura și titlul foii topografice utilizate;

- scara lungimilor și scara înălțimilor, aceasta fiind exagerată.

- Profilul topografic longitudinal al unui interfluviu se întocmește aproape identic (Fig.28 A-b) cu cel al unei văi. Însă, în prealabil, pe harta topografică se trasează linia de maximă altitudine (cumpăna apelor) de pe interfluviul luat în atenție, iar pe banda de hîrtie se înregistrează punctele de intersecție a acestei linii sinuoase cu curbele de nivel.

Acest tip de profil topografic este mult utilizat de geomorfologi pentru caracterizarea morfografică a reliefului, cît și în hidrologie, hidrotehnică ș.a.

8.2. Procedee pentru reproducerea hărților

Cunoașterea procedeelor de reproducere la aceeași scară, la scări mai mari sau mai mici a hărților este necesară oricărui geograf, în primul rînd în activitatea de realizare a unor hărți tematice.

Este cunoscut faptul că orice hartă tematică trebuie să posede în primul rînd o bază geografică, ce poate fi formată din:

cote principale, reţeaua hidrografică principală, unele aşezări omeneşti, căi ferate sau drumuri principale, detalii politico-administrative etc., în funcţie de care se plasează apoi elementele de conţinut proprii, specifice temei hărţii.

Pentru asigurarea preciziei geometrice maxime a hărţii tematice, se recomandă ca elementele bazei geografice să fie copiate, deci preluate la aceeaşi scară, cu deosebită atenţie, numai de pe o hartă geografică generală la scară mare sau mică. Totuşi, de foarte multe ori, scara hărţii tematice care urmează a fi realizată este diferită de scara hărţii generale de pe care se preia baza geografică, încît aceasta trebuie în prealabil mărită sau micşorată.

De asemenea, cunoaşterea procedeelor de reproducere a hărţilor este necesară în situaţia întocmirii unor materiale cartografice didactice ajutătoare sau a altor hărţi independente, de cele mai multe ori la o scară mai mare decît scara sursei cartografice utilizate.

8.2.1. Procedee pentru reproducerea la aceeaşi scară (copierea) a hărţilor

- Procedeul cu hîrtia de calc este cel mai simplu şi la îndemîna oricui. Hîrtia de calc fiind transparentă, se suprapune peste harta sursă, se fixează pe o planşetă bine întinse cu pioneze, după care se desenează detaliile dorite. Pentru aceasta, trebuie avut în vedere faptul că, hîrtia de calc subţire de calitate superioară permite descrierea doar în creion, deoarece desenarea în tuş, mai ales a unor detalii cu linii groase, duce la deformarea acestei hîrtii; desenul în tuş se execută numai pe hîrtie de calc groasă. De asemenea, pentru desenul pe calc avînd suprafaţa poroasă, se recomandă utilizarea unui creion cu mina de grafit mai tare, din grupa "HB" sau mai ales "H" şi evitarea creioanelor cu miină moale din grupa "B". După copierea detaliilor în creion, acestea se pot desena în tuş fie direct pe aceeaşi hîrtie de calc, fie pe o altă hîrtie de calc suprapusă.

- Procedeul cu hîrtia indigo este practic de utilizat atunci cînd se cere copierea unei hărţi pe o hîrtie albă de desen (tip "Ciocan" sau "semiciocan"). Pentru a evita însă deteriorarea

hărții originale, peste aceasta se poate suprapune o hîrtie transparentă de calc și apoi se urmăresc prin apăsare ușoară detaliile cu un creion sau orice alt vîrf nu prea ascuțit.

- Procedeul cu pupitrul iluminat este utilizat, de asemenea, cînd se cere copierea unei hărți pe hîrtie albă de desen. Un astfel de pupitru poate fi ușor de confecționat, iar ca surse de luminare, cele mai practice sînt tuburile fluorescente. Amintim că, uneori, poate fi utilizat drept luminator geamul unei ferestre închise, la lumina zilei.

- Procedeul cu heliograful permite obținerea unor copii la aceeași scară, pe hîrtie "ozalidă", după hărți originale desenate numai pe hîrtie de calc și numai cu tuș negru.

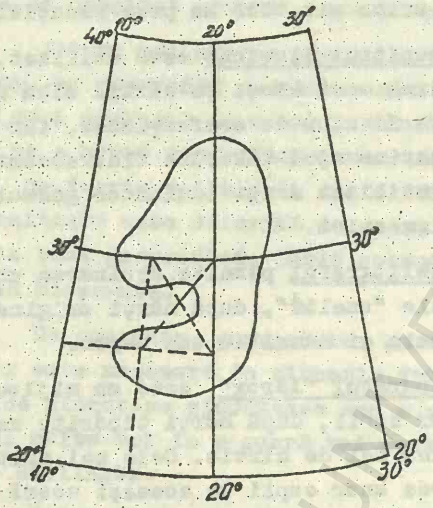
- Procedeul cu aparatul "Xerox" este un mijloc modern de realizare rapidă a unor copii, după hărți tipărite sau desenate în tuș negru pe orice fel de hîrtie. Cele mai multe aparate "Xerox" permit obținerea unor copii la aceeași scară după hărți (și alte desene) al căror cadru exterior are cel mult dimensiunile formatului A4(210 x 297 mm), dar există și aparate ce permit obținerea atît a unor copii după hărți de dimensiuni mai mari, cît și a unor copii mărite sau micșorate.

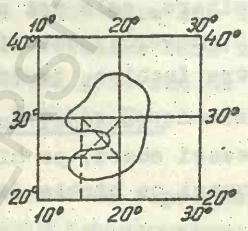
8.2.2. Procedee pentru mărirea și micșorarea hărților

- Procedeul patrulaterelor corespondente (Fig.29-a) poate fi utilizat în cazul cînd se cere desenarea unei hărți la o scară mai mare sau mai mică, pe hîrtie albă de desen. In acest caz este necesar ca harta originală să aibă trasată rețeaua cartografică, iar pe hîrtia albă de desen se va întocmi rețeaua cartografică în altă proiecție cartografică, și la scara dorită,mai mare sau mai mică. In continuare, se transpun cu creionul detaliile cuprinse de fiecare patrulater al hărții originale (care poate avea forma de trapez, dreptunghi etc.) în fiecare patrulater corespondent de pe hîrtia de desen. Mai întîi se transpun punctele de intersecție a elementelor de conținut cu laturile patrulaterelor și apoi liniile dintre ele. Pentru a mări numărul punctelor de intersecție, deci precizia transpunerii, se pot trasa în fiecare patrulater cîte două diagonale și două linii mediane. Precizia acestui procedeu este ± 0,1-0,2 mm.

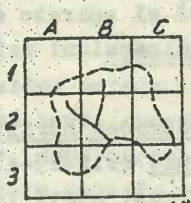
Fig. 29 Procedee grafice pentru mărirea și micșorarea hărților

a. Metoda patrulaterelor corespondente



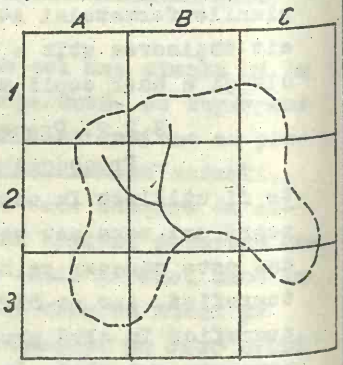


b. Metoda pătratelor (carourilor)

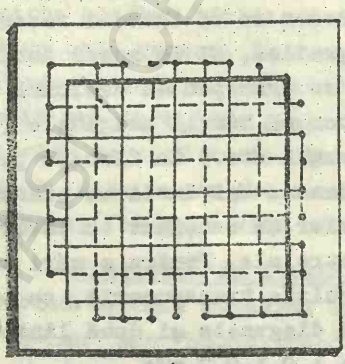


Harta originală
Scara 1:50.000

Harta micșorată
de 2 ori
Scara 1:100.000



Harta mărită de 2 ori
Scara 1:25.000



Caroiaj mobil pe carton

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

- Metoda pătratelor ("carourilor") se utilizează foarte frecvent pentru desenarea unei hărți la o scară diferită dar în aceeași proiecție cartografică. Această metodă este considerată un caz particular a metodei patrulaterelor corespondente. Pentru aplicarea acestui procedeu grafic, în prealabil se desenează pe harta originală un caroiaj rectangular cu distanța dintre linii de 1 cm,(Fig.29-b); dacă harta urmează a fi mărită, pe hîrtia de desen se va desena un caroiaj cu un număr identic de carouri,dar fiecare pătrat avînd latura L=2 cm, deci de două ori mai mare; dacă harta se va micșora, latura pătratelor de pe hîrtia desen va fi de două ori mai mică, deci L=0,5 cm. În continuare se transpun succesiv detaliile din fiecare careu corespondent, ca în cazul procedeului anterior. Pentru a se urmări mai ușor carourile similare, se recomandă notarea coloanelor de carouri, de la stînga la dreapta, cu litere majuscule, iar a seriilor de sus în jos, cu cifre.

Pentru a se evita desenarea caroiajului pe harta originală (ce poate fi o anexă la un manual, atlas etc) se poate plasa peste aceasta un caroiaj mobil confecționat dintr-un carton duplex astfel: (Fig.29-b): se decupează un pătrat cu latura la alegere, avînd ca dimensiune un număr de centimetri cu soț (16-18 cm); pe marginea decupajului se perforează cu un ac la distanța de 1 cm; apoi cu un ac de cusut se întrețese un caroiaj dublu din 2 în 2 cm, cu două ațe de culori diferite (neagră și roșie), introduse alternativ prin orificii din 2 în 2 cm, rezultînd în final o rețea de carouri cu latura de 1 cm. Dacă avem de mărit sau de micșorat o hartă de dimensiuni mici, pot fi utilizate două astfel de contoane, plasînd un carton peste harta originală și al doilea peste hîrtia de desen, ne mai fiind necesară desenarea caroiajului.

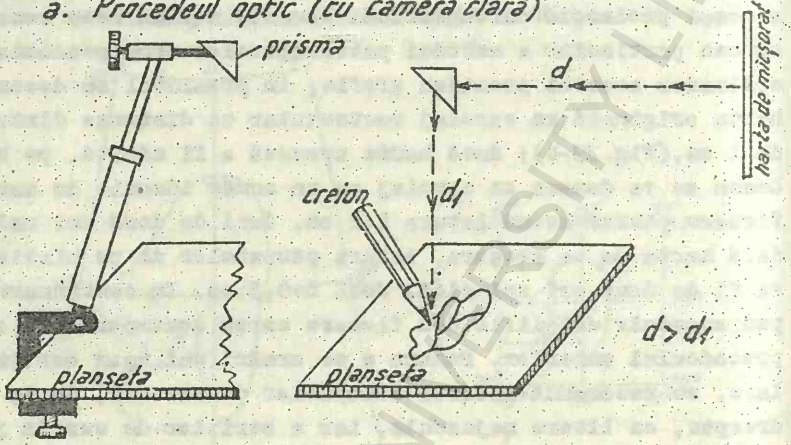
În cazul măririi unei hărți, de exemplu, de două ori, se au în vedere carourile cu L=1 cm de pe harta originală și carourile cu L=2 cm, delimitate de ața neagră, ale cartonului suprapus pe hîrtia de desen.

- Procedeul optic (camerei clare)

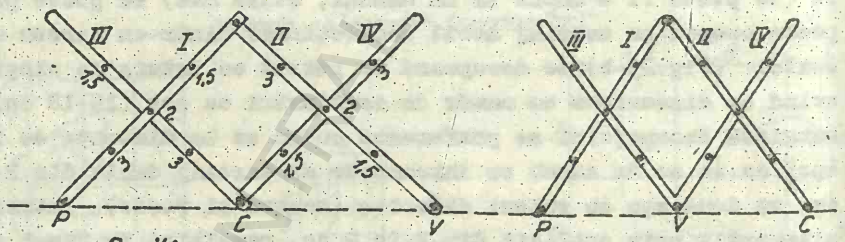
Camera clară (denumită și pantograf optic) este un aparat simplu (Fig.30-a) compus dintr-o tijă telescopică, avînd la

Fig. 30 Procedee optico-mecanice pentru mărirea și micșorarea hărților

a. Procedeul optic (cu camera clară)

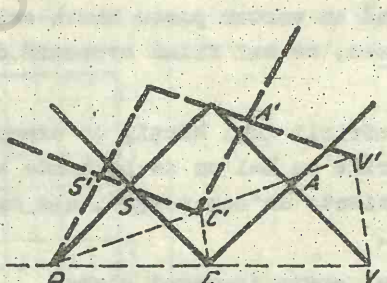


b. Procedeul mecanic (cu pantograful)



Poziția creionului (c) pentru micșorare

Poziția creionului (c) pentru mărire



Schema de funcționare a pantografului

capătul inferior un dispozitiv de fixare pe marginea unei planșete, iar la capătul superior o prismă triunghiulară. Prisma proiectează la 90° imaginea micșorată a unei hărți verticale, situată la o distanță (d), deasupra planșetei. Privind de deasupra prin prisma situată la o distanță (d_1) față de planșetă, se observă același timp atît imaginea hărții de micșorat cît și acea a creionului, cu care se pot desena detaliile dorite. Pentru ca imaginea să nu apară răsturnată, trebuie ca harta proiectată să fie paralelă cu una din catetele secțiunii prismei.

Pentru copierea unei hărți la aceeași scară, ar fi necesar ca distanța dintre harta originală și prismă (d) să fie egală cu distanța dintre prismă și planșetă (d_1), iar pentru a mări imaginea unei hărți ar trebui ca $d < d_1$. Însă, cel mai frecvent, camera clară este utilizată pentru micșorarea unor imagini (hărți sau alte reprezentări), sau pentru întocmirea unor schițe panoramice direct în teren. În aceste cazuri, se are în vedere ca $d > d_1$.

- Procedeul mecanic (cu pantograful)

Pantograful este un aparat ce poate fi utilizat atît la mărirea, cît și la micșorarea oricărui fel de desen. Este ușor de confecționat, fiind compus (Fig.30-b) din 4 brațe egale (I,II, III,IV) ca niște tije din lemn sau metal ușor, articulate două cîte două prin șuruburi. Capătul P al brațului I este prevăzut cu un ac ce se înfige în planșetă și reprezintă polul fix al planimetrului. La capătul (V) al brațului II se află un vîrf ascuțit pentru urmărirea detaliilor desenului sau hărții, în timp ce un vîrf de creion (C) plasat la punctul de contact al brațelor III și IV desenează pe hîrtie detaliile respective. În această poziție, aparatul se folosește pentru micșorarea hărții. Dacă se schimbă poziția vîrfului ascuțit (V) în locul creionului (C) și invers, aparatul se poate utiliza pentru mărire.

Toate brațele sînt prevăzute cu aceleași diviziuni marcate prin orificii și notate cu cifre (1,5; 2; 2,5; 3 etc.) care indică raportul de micșorare sau de mărire a hărții.

Cînd toate cele 4 brațe sînt înșurubate în dreptul aceleiași cifre, între ele se formează un paralelogram.

Raportul dintre brațele paralele ale paralelogramului

este cu atît mai mare cu cît micşorarea este mai mare sau mai mică.

Pentru a dovedi că contururile desenate de creionul (C) sînt asemenea cu cele urmărite de vîrful (V), este necesară demonstrarea paralelismului unei linii urmărite de vîrful (V) cu cea desenată de creionul (C). In acest scop se pot lua în considerare două poziţii ale pantografului: prima desenată cu linii continue iar a doua cu linii întrerupte. Vîrful s-a deplasat de la V la V', iar creionul a desenat linia CC'. Triunghiurile PCC' şi PVV', sînt asemenea, avînd un unghi comun, iar laturile PC şi PV, PC' şi PV' sînt proporţionale. Ca urmare, laturile CC' şi VV' ale celor două triunghiuri sînt paralele, ceea ce era de demonstrat.

Pentru mărirea-micşorarea unei hărţi, harta originală se plasează totdeauna sub vîrful ascuţit (V); urmărind cu acest vîrf detaliile dorite, creionul (C) desenează în acelaşi timp aceleaşi detalii mărite sau micşorate.

Această metodă este rapidă, dar dă erori relativ mari ($\pm$ 0,2...$\pm$0,3 mm), fiind imposibil de urmărit foarte exact un contur cu vîrful ascuţit (V). Ca urmare, metoda este utilizată mai mult la întocmirea unor hărţi care nu necesită o precizie geometrică prea mare, cum sînt planşele cu materiale didactice ajutătoare.

Există şi pantografe de mare precizie, la care braţele sînt prinse prin curseane cu rulmenţi în loc de şuruburi.

- <u>Procedeul fotografierii</u> este un procedeu modern şi rapid ce poate fi utilizat atît pentru mărirea, cît şi pentru micşorarea sau copierea unei hărţi. Cea mai practică este însă utilizarea fotografierii pentru micşorarea unor hărţi, obţinîndu-se erori mult mai mici.

In cazul neproducerii unei hărţi printr-o fotocopie mărită de un număr prea mare de ori, se pot obţine erori şi deformări inadmisibil de mari, tot mai mari spre marginile acesteia.

Indiferent că o hartă va fi mărită sau micşorată prin fotografiere, pentru diminuarea eventualelor erori, sa cer îndeplinite unele condiţii:

- în timpul fotografierii, axa optică a aparatului trebuie să cadă pe cît posibil în centrul geometric al hărții originale și perpendiculară pe suprafața acesteia;

- pentru a cunoaște exact de cîte ori o hartă a fost mărită/micșorată, sau mai bine zis scara viitoarei copii, trebuie ca pe harta fotografiată să fie desenată obligatoriu o scară grafică centimetrică, sau se poate plasa, undeva lîngă cadrul nordic sau sudic, o riglă gradată, ce va fi fotografiată odată cu harta.

Exemple: dacă avem o hartă sau un sector de hartă la scara de 1:50.000 și dorim obținerea unei fotocopii mărite de 5 ori, deci la scara 1:10.000, este necesar ca un segment de 1 cm al scării hărții fotografiate să apară pe fotocopie egal cu lungimea unui segment de 5 cm; sau, avînd o hartă la scara 1:25.000 și dorind o copie micșorată de 4 ori, deci la scara 1:100.000, va trebui ca un segment de ¼ cm al scării grafice a hărții să apară pe fotocopie egal cu un segment de 1 cm.

Menționăm, de asemenea că, în cazul frecvent al fotografierii unor hărți cu un cadru de dimensiuni mari, pentru obținerea unor fotocopii micșorate, nu se recomandă fotografierea separată pe sectoare deoarece copiile obținute nu se vor racorda exact, ci este mai potrivită fotografierea pe un clișeu unic a întregii hărți și proiectarea acestuia la nevoie pe suprafața a mai multor foi de hîrtie fotografică alăturate.

- Procedeul cu epidiascopul este foarte practic și rapid, frecvent utilizat pentru mărirea unor hărți cu cadrul de dimensiuni mici, cum sînt acelea din manuale și cărți științifice și nu necesită fotografierea hărții. În acest caz, harta de mărit se introduce în epidiascop care o va proiecta pe o hîrtie de desen fixată pe un stativ sau perete vertical mărită; prin tatonare se aduce aparatul la distanța corespunzătoare față de perete, pînă cînd se obține imaginea scării grafice mărite după dorință, după care se pot desena cu creionul detaliile dorite. Se cere deci, ca harta originală să aibă desenată o scară grafică centimetrică.

Acest procedeu este indicat pentru întocmirea unor planșe didactice.

- Procedeul cu diapozitive este foarte potrivit atît pentru mărirea (mai ales), cît şi pentru micşorarea unor hărţi, indiferent de dimensiunile cadrului acestora. Şi în acest caz, este necesară însă desenarea, pe harta originală, a unei scări grafice centimetrice. De asemenea, este necesară, în prealabil, fotografierea hărţii şi obţinerea unui clişeu diapozitiv în alb-negru, care se poate proiecta pe un perete vertical cu un aparat adecvat de tipul "Diascel", "Aspectomat" ş.a., urmînd desenarea detaliilor.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

LUCRAREA PRACTICA nr.11

9. INTOCMIREA UNEI HARTI PRIN METODA IZOLINIILOR

Metoda izoliniilor este una din metodele de reprezentare cartografică folosite pentru elementele specifice ale hărților tematice și mai este denumită metoda izăritmelor (izos = acelasi, aritmos=număr).

In esență, metoda constă din unirea prin linii curbe continue a tuturor punctelor cu aceleași valori cantitative rotunde ale indicelui ce caracterizează fenomenul sau elementul reprezentat. Aceste linii se numesc izolinii sau izăritme. După natura elementului cartografiat, izoliniile poartă diferite denumiri: izohipse, izobate, izoterme, izobare, izohiete, izonefe, izocrone, izogone, ș.a.

Pentru înțelegerea utilizării acestei metode, se poate porni de la cele mai vechi și mai cunoscute izolinii, izohipsele sau curbele de nivel, care se obțin prin secționarea formelor de relief cu plane orizontale și echidistante pe verticală și proiectarea conturului secțiunilor rezultate ortogonal pe un plan de referință orizontal, suprafața de nivel zero a mărilor.

In mod similar, pentru obținerea oricăror izolinii este necesar să ne imaginăm o suprafață denumită "suprafață statistică" (A.Robinson-1960) și o serie de plane de secționare, care ne vor da prin proiectarea pe ansuprafață de referință a secțiunilor rezultate tocmai izoliniile. Forma și poziția izoliniilor obținute înfățișează ondulările "reliefu1" "suprafeței statistice" luate în considerare.

Metoda izoliniilor poate fi utilizată numai pentru reprezentarea unor fenomene care au o răspîndire continuă, adică sînt neîntrerupte pe o suprafață mai mare, ceea ce înseamnă că fenomenul avut în vedere poate fi observat și deci, valoarea lui numerică poate fi măsurată în orice punct de pe suprafața reprezentată. De aceea, metoda a fost și este mult utilizată pe diverse hărți fizico-geografice și geofizice, pentru redarea unor indici ca:

altitudinea medie, adîncimea fragmentării (energia) şi densitatea fragmentării reliefului, temperatura aerului, presiunea atmosferică, cantitatea de precipitaţii, datele medii calendaristice ale producerii unor fenomene (îngheţurile şi brumele timpurii sau cele tîrzii, înflorirea sau maturizarea unor culturi, sosirea unor păsări migratoare etc.), densitatea reţelei hidrografice, grosimea rocilor, declinaţia magnetică mărimea mişcărilor verticale ale scoarţei ş.a. Prin această metodă pot fi redaţi şi unii indici cu privire la populaţie şi aşezările omeneşti (densitatea acestora). In schimb izoliniile nu se folosesc aproape deloc pe hărţile economice, întrucît majoritatea obiectelor cartografierii economice sînt discontinue iar caracteristicile lor cantitative nu se referă la orice punct de pe teritoriul respectiv, ci doar la anumite localităţi, centre industriale, întreprinderi ş.a.

Pentru obţinerea oricăror izolinii se mai cer îndeplinite şi alte condiţii:

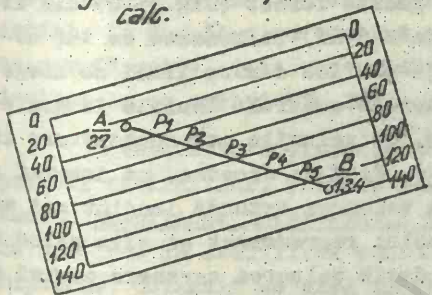
- variaţia indicelui în spaţiu să aibă un caracter gradat, fără salturi pentru a nu se ajunge la contopirea izoliniilor;

- să putem surprinde "suprafaţa statistică" a cărei "relief" se va reprezenta prin izolinii; ca urmare, trebuie să se determine "depărtarea" acestei suprafeţe faţă de suprafaţa de referinţă în cît mai multe puncte, denumite puncte de sprijin (A.G. Isacenko-1960) sau puncte de control (A.Robinson-1960); astfel, pentru obţinerea izodazelor este necesară determinarea valorii densităţii populaţiei în cît mai multe şi mai mici unităţi administrative.

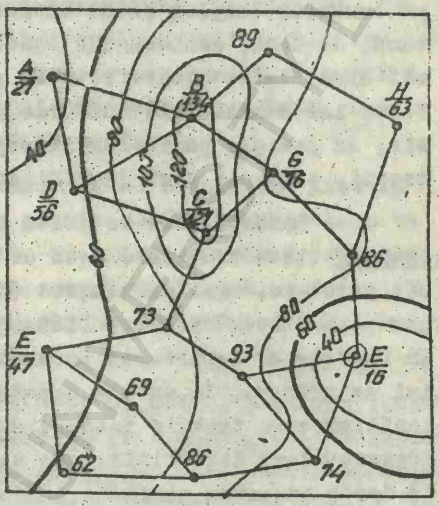
Caracterul gradat al schimbărilor cantitative aduce utilizarea interpolării, adică a folosirii unor valori intermediare între valorile a două puncte vecine şi deci trasarea izoliniilor. Trasarea izoliniilor constă în unirea punctelor de sprijin învecinate (Fig.31-c) care sînt obişnuit valori oarecare, prin linii drepte şi presupunîndu-se că fenomenul este uniform variabil, se află cu ajutorul interpolării, pe aceste drepte, punctele în care fenomenul trebuie să se exprime prin unele cifre rotunde sau întregi; izoliniile vor rezulta unind apoi prin linii curbe continue punctele cu aceeaşi valoare rotundă.

Fig. 31 Întocmirea unei hărți prin metoda izaliniilor

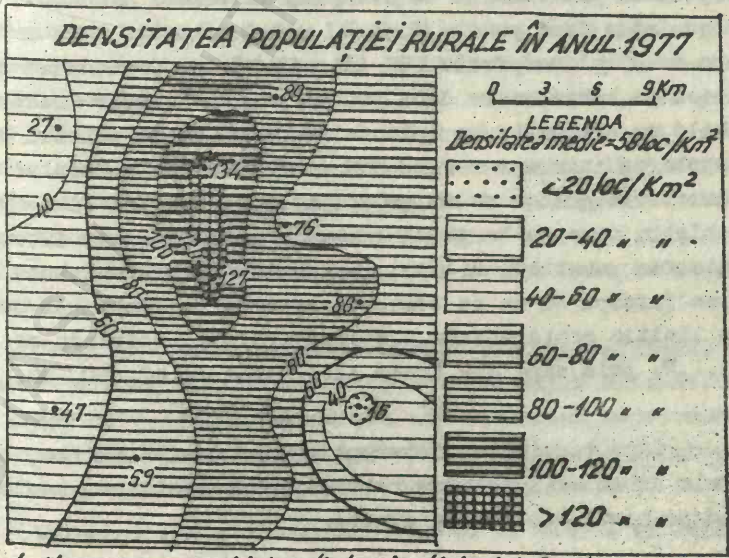
a. Izograful desenat pe hîrtie de calc.



b. Utilizarea izografului pentru interpolare.



c. Trasarea izaliniilor



d. Haşurarea spaţiului dintre izalinii şi definitivarea hărţii

Insă, interpolarea unor date cantitative şi trasarea izoliniilor nu este doar o operaţie simplă, pur tehnică, ci are un caracter complex şi de răspundere, avînd în vedere că în natură, de fapt, schimbările cantitative ale diferiţilor indici, mai ales fizico-geografici, se produc de regulă, în mod neuniform, iar schimbările uniforme sînt excepţii rare. Din acest motiv, în poziţia punctelor interpolate se pot introduce unele corecţii, cînd ele sînt justificate prin materiale suplimentare.

Interpolarea se poate realiza mai exact cu ajutorul unui izograf (izometru) care este un grafic format (Fig.31-a) din linii paralele, egal distanţate (la 2-5 mm) şi trasate cu tuş negru pe o hîrtie de calc. Distanţa grafică dintre linii se alege în funcţie de depărtarea punctelor de control. Liniile izografului se notează, la ambele capete, cu valorile corespunzătoare izoliniilor care trebuie interpolate. Faţă de acestea, pe izograf se trasează încă două linii: una cu valoarea rotundă imediat mai mică decît valoarea minimă a indicelui reprezentat şi alta avînd valoarea rotundă imediat mai mare decît valoarea oarecare maximă a indicelui.

Pentru folosirea, în general, a izografului în vederea interpolării izoliniilor de exemplu, cu valori din 20 în 20, care trec între două puncte A şi B, avînd valorile unui indice oarecare de 27 şi respectiv 134 (Fig.31-b), se procedează astfel: se unesc pe hartă, cele două puncte printr-o linie dreaptă uşor vizibilă cu creionul; se aplică izograful peste punctul A şi se interpolează prin aproximare din ochi valoarea punctului (27); se fixează izograful cu un ac înfipt în punctul A şi se roteşte apoi hîrtia de calc în jurul acestuia pînă ce se va interpola şi valoarea punctului B(134); fixînd izograful în această poziţie, se înţeapă cu un ac toate intersecţiile liniei AB de pe hartă cu liniile echidistante ale izografului, obţinîndu-se punctele $P_1, P_2 \ldots P_5$ prin care vor trece izoliniile de 40, 60, 80, 100 şi 120.

După terminarea interpolării pe toate liniile, se unesc punctele de aceeaşi valoare rotundă de pe liniile învecinate, obţinînd pe hartă izoliniile dorite.

In vederea reprezentării oricărui indice prin metoda izoliniilor și a interpolării acestora, în prealabil se calculează valorile carecare ale indicelui (densitatea populației, densitatea fragmentării sau altitudinea medie a reliefului etc), în cît mai multe puncte de control, care se raportează pe hartă în poziția lor corectă, unindu-se apoi punctele învecinate, două cîte două, printr-o linie dreaptă cu creionul.

Unirea punctelor de control nu se efectuează însă la întîmplare: se unesc numai acele puncte vecine printre care va trece cel puțin una din izoliniile cu valorile rotunde stabilite. Astfel, în Fig.31-c se observă că, punctele D și E, sau G și H nu pot fi unite, deoarece printre ele nu poate trece nici una din izoliniile cu valori din 20 în 20.

Pentru întocmirea izografului și apoi efectuarea interpolării izoliniilor, trebuie rezolvată și o altă problemă importantă, stabilirea intervalului izoliniilor, care este o operațiune similară cu stabilirea echidistanței (curbelor de nivel) izohipselor. Obișnuit se aleg intervale egale, deoa ce permite detașarea în cele mai bune condiții a formelor "suprafeței statistice". Însă, scala de izolinii cu intervale egale trebuie stabilită cu multă atenție, deoarece acestea pot fi mici, mijlocii sau mari. Intervalele mici vor da multe izolinii și pot crea impresia de mai mare precizie, care de fapt nu se justifică decît printr-un număr extrem de mare de puncte de control. In cazurile în care pe unele sectoare ale hărții izoliniile cu intervale egale ar fi totuși prea dese, se admite mărirea valorii intervalelor dintre izolinii. Se ajunge astfel la o scală variabilă de izolinii, cum este scala izohipselor, care pentru regiunile muntoase cu pante mai accentuate, prezintă intervale mai mari, iar pentru cele de cîmpie intervale mai mici.

Scala izoliniilor se stabilește cît mai rațional, astfel încît să se scoată clar în evidență atît valorile extreme, ca și cîteva grupe de valori intermediare ale indicelui reprezentat - cîteva grupe sub valoarea medie și cîteva grupe peste valoarea medie calculată pentru întregul teritoriu reprezentat.

Valoarea medie a indicelui poate fi scoasă în evidență

şi prin trasarea cu linie mai groasă a izoliniei cu valoarea cea mai apropiată (în Fig.31-c şi d, izolinia cu valoarea 60).

Pentru stabilirea cît mai chibzuită a scalei izoliniilor, se recomandă întocmirea în prealabil a unui grafic de frecvenţă a valorilor indicelui de reprezentat.

După terminarea interpolării şi trasarea izoliniilor, pentru scoaterea mai clară în evidenţă a modificării "reliefului" "suprafeţei statistice", a creşterii şi descreşterii valorii izoliniilor, se obişnuieşte a se proceda la colorarea sau haşurarea spaţiului dintre izolinii. La prima vedere, harta rezultată se aseamănă cu una întocmită prin metoda fondului calitativ. Însă, în acest caz, suprafeţele colorate sau haşurate se disting prin cantităţi diferite şi nu prin calităţi diferite. Legenda hărţii este aceea care ne ajută să evităm orice confuzie. Ca urmare, legenda unei hărţi în izolinii trebuie să cuprindă obligatoriu şi scala de colorare sau de haşurare.

In cazul colorării, mai adecvată este scala care cuprinde culori "reci" (de ex. de la verde închis pentru valoarea cea mai mică, spre verde tot mai deschis) pentru spaţiile sub valoarea medie a indicelui (sub 60 în Fig.31-c) şi culori "calde" (galben, portocaliu, cafeniu deschis, cafeniu închis) pentru spaţiile peste valoarea medie.

In cazul haşurării, cea mai potrivită este utilizarea unei scale cu haşurări realizate cu ajutorul unor linii trasate în aceeaşi direcţie, mai ales orizontală (Fig.31-d), dar mişcorînd treptat distanţa dintre linii, sau mărind grosimea lor pentru cantităţi tot mai mari. Trebuie avut în vedere că schimbarea direcţiei liniilor, în aceeaşi scală de haşurări, înseamnă redarea unor noi calităţi şi nu a unor cantităţi diferite ale fenomenului reprezentat.

In ultimul timp, metoda izoliniilor se utilizează tot mai mult şi la reprezentarea unor fenomene social-economice, de exemplu, la întocmirea hărţilor cu răspîndirea populaţiei sau la caracterizarea economiei rurale. In aceste cazuri însă, punctele de control pe baza cărora se trasează izoliniile nu mai caracterizează doar un punct al "suprafeţei statistice", ci o arie în-

treagă (de ex. aria unei comune pentru care s-a calculat densitatea populaţiei sau valoarea unui indice carecare pentru caracterizarea economiei rurale). S-a obţinut astfel o nouă categorie de izolinii, care nu au exactitatea dată de puncte de centrul, ce caracterizează puncte, ci un traseu aproximativ şi care au fost numite izoplete. Din această categorie mai recentă de izolinii fac parte şi izodazele - liniile de egală densitate a populaţiei, denumite şi izodense.

Întocmirea unei hărţi în izolinii pentru a reprezenta densitatea populaţiei rurale a unui teritoriu carecare (Fig.31-d) se poate realiza în următoarele etape:

- procurarea unei hărţi cu împărţirea teritoriului de reprezentat în unităţi administrative cît mai mici, de exemplu cu limitele de comune;

- procurarea datelor statistice referitoare la suprafaţa în Km.p. şi numărul populaţiei pe comune, pe baza cărora se va calcula densitatea populaţiei (nr.loc./Km^2) pe comune, obţinîndu-se deci lista valorilor carecare ale indicelui densitatea populaţiei, respectiv valorile viitoarelor puncte de sprijin;

- suprapunerea peste harta administrativă a unei hîrtii de calc, trasarea unor elemente ale bazei geografice, cum sînt reţeaua hidrografică principală, unele aşezări mai importante şi eventual limita teritoriului de reprezentat;

- raportarea punctelor de sprijin sub forma unor puncte mici plasate pe centrul geometric al comunelor, notîndu-se alături valoarea fiecăruia;

- unirea prin linii drepte a punctelor vecine în vederea interpolării izoliniilor (izodazelor);

- studierea listei de valori carecare şi întocmirea unui eventual grafic de frecvenţă a lor, pe baza căruia se va stabili mărimea intervalului, respectiv scala izoliniilor;

- întocmirea izografului şi efectuarea interpolării izoliniilor;

- stabilirea scalei de culori sau de haşurări, colorarea sau haşurarea spaţiului dintre izolinii, întocmirea legendei şi

notarea tuturor datelor necesare definitivării hărții.

Menționăm că, pe harta desenată definitiv în tuș, se vor nota din loc în loc atît valorile izoliniilor (ca în cazul curbelor de nivel), cît și valoarea unor puncte de control caracteristice.

Baza geografică a unei hărți în izolinii este în general săracă, dar necesară și obligatorie pentru mai buna înțelegere a răspîndirii fenomenului reprezentat. Conținutul ei depinde de tema hărții. Elementele care alcătuiesc mai frecvent baza geografică a unei astfel de hărți sînt: rețeaua hidrografică principală și așezările omenești mai importante.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

LUCRAREA PRACTICA nr.12

10. INTOCMIREA UNEI CARTOGRAME

Metoda cartogramei este una din cele mai simple şi mai utilizate metode de reprezentare cartografică folosite la întocmirea hărţilor tematice.

In esenţă, această metodă constă în prezentarea variaţiei cantităţii sau valorii indicelui unui fenomen pe unităţi teritoriale.

Cartograma se foloseşte de obicei numai pentru redarea unor indici relativi, cum sînt: procentul pe care-l ocupă pădurile pe suprafaţa judeţelor, densitatea reţelei hidrografice (Km/Km^2), densitatea populaţiei ($nr.loc./Km^2$) ş.a.

Această metodă evidenţiază doar un aspect al fenomenului - variaţia intensităţii sau cantităţii lui de la o porţiune la alta a teritoriului reprezentat, încît este o metodă de reprezentare cartografică mai limitată.

Pentru a construi o cartogramă, trebuie să raportăm în prealabil valorile absolute ale fenomenului caracterizat la o unitate de suprafaţă pentru fiecare unitate teritorială.

Teritoriul reprezentat printr-o cartogramă este împărţit nu în funcţie de repartiţia reală a fenomenului, ci în unităţi teritoriale ce pot fi naturale (unităţi administrative, bazine hidrografice ş.a.) sau artificiale, geometrice (o reţea de pătrate, romburi, dreptunghiuri, hexagoane ş.a., cu o suprafaţă la scara hărţii dinainte stabilită). Ca urmare, o cartogramă oglindeşte cu atît mai fidel realitatea răspîndirii unui fenomen, cu cît unităţile teritoriale folosite sînt mai mici, deoarece răspîndirea fenomenului apare uniformă în cadrul fiecăreia din ele, deşi, în realitate, acelaşi fenomen poate avea o răspîndire deosebită în fiecare unitate.

Pentru întocmirea unei cartograme, trebuie rezolvate două probleme principale: gruparea valorilor indicelui de reprezentat, la Legenda hărţii şi evidenţierea grafică a grupelor de valori

(stabilirea scalei de haşurări sau de culori pentru evidenţierea grupelor de valori).

- Gruparea valorilor indicelui de reprezentat este o operaţiune de răspundere, ce trebuie efectuată cît mai raţional, la fel ca în cazul aplicării metodei izoliniilor. Necesitatea acestei operaţiuni este impusă de multitudinea de valori care-care ale indicelui de reprezentat şi imposibilitatea reprezentării grafice diferite a fiecăreia. Pentru hărţile de analiză ştiinţifică, se pot crea pînă la 10-15 grupe de valori, dar pe hărţile şcolare, ori cele destinate marelui public sînt suficiente 5-6 grupe.

Pentru rezolvarea acestei probleme şi pentru obţinerea unei reprezentări cît mai exacte şi mai ştiinţifice, trebuie detaşate mai întîi două grupe cu valorile extreme - minimă şi maximă, apoi 1-2 grupe sub medie şi 1-2 grupe peste valoarea medie. Deci este necesară şi cunoaşterea valorii medii a indicelui, calculată pentru tot teritoriul reprezentat. Ştiinţific, problema se poate rezolva prin întocmirea unui grafic de frecvenţă, pe care se trec toate valorile indicelui şi în funcţie de care se stabileşte scala. Pentru valori cu o frecvenţă mai mare, se creează categorii mai multe, iar pentru valori cu o frecvenţă mai mică, se dau grupe cu intervale mai mari, dar la legendă scala grupelor de valori trebuie să apară continuă: de la grupe de valori mici spre cele maxime sau invers. Astfel, o cartogramă a densităţii populaţiei R.S.România la 1 iulie 1985, pe judeţe, legenda ar putea cuprinde următoarele grupe de valori: sub 40; între 40-60; 60-80; 80-100; 100-150 şi peste 150 loc/Km^2.

- Alegerea haşurărilor sau culorilor pentru evidenţierea grupelor de valori. Dacă se vor folosi haşurările trebuie stabilită o scală intensificatoare de haşurări, conform căreia, pentru grupa de valori minime să fie o haşurare cît mai rară şi subţire, mai apropiată de alb, pentru grupa de valori maxime o haşurare cît mai deasă sau mai groasă, mai aproape de negru şi o haşurare intermediară pentru grupele intermediare de valori. Cele mai armonioase şi mai atrăgătoare sînt haşurările cu linii trasate în aceeaşi direcţie, dar la distanţe şi de grosimi diferite.

In cazul folosirii culorii, se poate proceda în diferite feluri. Mai simplu ar fi să se utilizeze tonalităţile aceleiaşi culori, însă ochiul uman nu poate distinge clar mai mult de 6 tonalităţi; dacă totuşi legenda va cuprinde mai multe grupe de valori, trebuie adăugate tonalităţile culorii şi diferite haşurări sau rastere. Dacă se folosesc mai multe culori, pentru a obţine o scală intensificatoare de culori, se recomandă folosirea uneia din jumătăţile curcubeului. De la galben spre albastru şi violet închis sau de la galben spre portocaliu şi roşu închis.

Atunci cînd este necesară evidenţierea grupelor de valori de peste valoarea medie şi a celor de sub aceasta, deci a opune două progresii de valori, se vor utiliza ambele jumătăţi ale curcubeului (întrucît, la curcubeu, fiecare culoare este intermediară între cele două care o încadrează), deci două scale de culori.

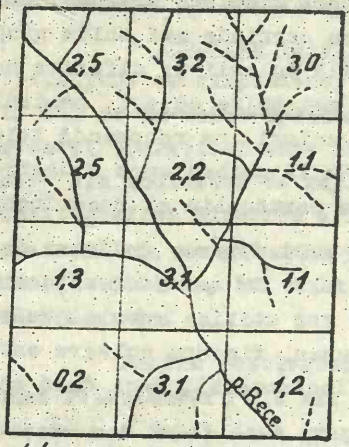
Metoda cartografiei prezintă numeroase neajunsuri: are o bază geografică săracă, alcătuită doar din limitele unităţilor teritoriale, nepermiţînd introducerea pe hărţi, în fondul topografic, a unor elemente de interpretare; prezintă doar o medie a fenomenelor pe unităţi teritoriale şi nu realitatea exactă; nu arată exact unde anume pe cuprinsul unităţilor teritoriale fenomenul lipseşte complet.

Totuşi, datorită simplităţii în privinţa modului ei de aplicare şi a înţelegerii de către cititori, cartograma este mult utilizată mai ales de către statisticieni - pentru care constituie o metodă fundamentală de reprezentare, dar şi de geografi, pentru redarea atît a unor indici fizico-geografici (cu privire la relief, hidrografie, vegetaţie etc), cît mai ales a unor indici asupra răspîndirii populaţiei, aşezărilor şi caracterizării economiei unui teritoriu.

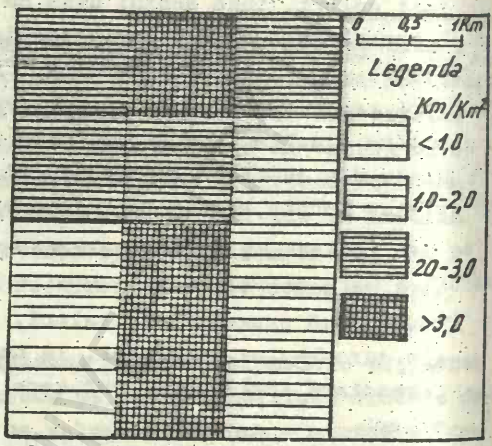
In Fig.32-a şi b se arată modul de întocmire a două tipuri diferite de cartograme, una pentru reprezentarea unui indice fizico-geografic pe unităţi teritoriale artificiale şi alta, pentru redarea variaţiilor cantitative ale unui indice economico-geografic, pe unităţi teritoriale administrative.

Astfel, pentru redarea variaţiilor cantitative ale în-

Fig. 32 METODA CARTOGRAMEI

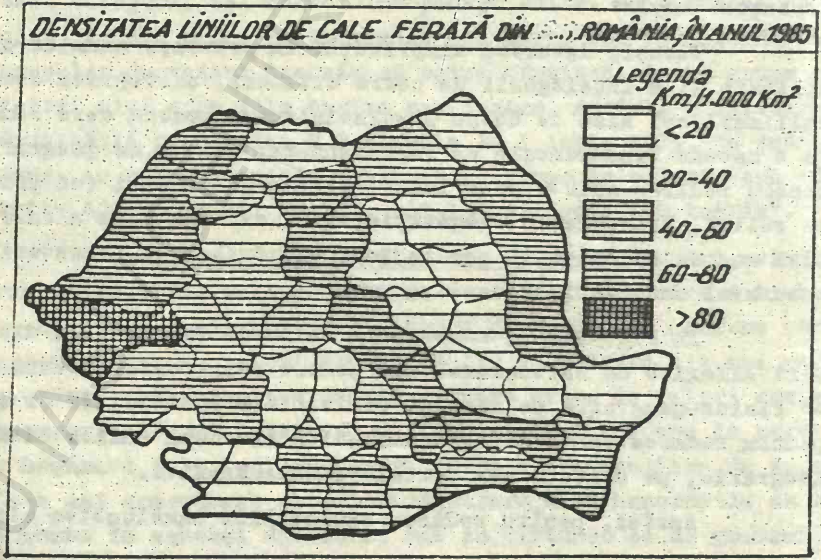


determinarea valorilor indicelui



Cartograma pe pătrate cu S=1 Km²

a. Densitatea rețelei hidrografice



b. Cartogramă pe unități administrative

dicelui densitatea reţelei hidrografice, printr-o cartogramă întocmită pe unităţi teritoriale artificiale, se trasează mai întîi pe o hartă topografică o reţea de pătrate cu latura de 1 Km şi respectiv suprafaţa de 1 Km^2 la scara hărţii; se măsoară apoi cu curbimetrul (sau prin altă metodă) lungimea în kilometri a tuturor arterelor hidrografice din fiecare pătrat (Fig.32-a), obţinînd astfel valorile caracteristice ale acestui indice, în Km/Km^2; în final, după gruparea valorilor rezultate în categorii cît mai semnificative, se procedează la haşurarea sau colorarea fiecărui pătrat, conform scalei de haşurare sau de culori stabilite. Prin astfel de cartograme se pot reda şi numeroşi alţi indici, cum ar fi: altitudinea medie, densitatea fragmentării şi adîncimea fragmentării reliefului, densitatea populaţiei sau a aşezărilor, densitatea liniilor de cale ferată sau a drumurilor naţionale ş.a.

Pentru redarea unui indice de caracterizare economică, cum este densitatea liniilor de cale ferată din R.S.România, printr-o cartogramă întocmită pe judeţe (Fig.32-b), trebuie să dispunem de o hartă cu împărţirea administrativ-teritorială a R.S.România în judeţe şi o listă statistică cuprinzînd suprafaţa în Km^2 şi lungimea în Km a liniilor de cale ferată pentru fiecare judeţ, pe baza căreia se calculează valorile indicelui în $Km/1.000\ Km^2$; apoi se procedează la gruparea valorilor indicelui după care fiecare judeţ se haşurează sau se colorează conform scalei stabilite.

Atunci cînd, după întocmirea unei cartograme, se constată că mai multe unităţi teritoriale vecine au aceeaşi valoare a indicelui reprezentat, pe arealul cu aceeaşi valoare pot fi înlăturate graniţele unităţilor teritoriale. In acest caz însă nu mai avem o cartogramă propriu-zisă, la care trebuie să apară toate unităţile teritoriale, ci o reprezentare considerată ca o metodă derivată - <u>metoda dazimetrică</u>. Această metodă derivată este apreciată ca fiind superioară deoarece, înlăturînd limitele unităţilor teritoriale în unele sectoare, se pot introduce în fondul topografic al hărţii noi elemente ce vor servi la mai buna înţelegere a răspîndirii fenomenului reprezentat.

Metoda cartogramei seamănă cu aspect exterior cu metoda fondului calitativ. Insă, diferitele suprafeţe colorate sau haşurate diferit pe o cartogramă, ne indică diferite valori sau cantităţi ale indicelui şi nu calităţi diferite, cea ce se observă clar la legendă. In acest fel, cartograma se apropie cel mai mult de metoda izoliniilor.

Pornind de la asemănările dintre aceste două metode, deseori cartogramele sînt transformate în izolinii. In acest mod se întocmesc adesea hărţile cu izoliniile densităţii reţelei hidrografice, ale densităţii fragmentării reliefului, ale densităţii populaţiei ş.a. Insă, în aceste cazuri, punctele de sprijin care servesc la trasarea izoliniilor nu sînt calculate cu o poziţie planimetrică precis determinată, ci se fixează arbitrar în centrul geometric sau de gravitaţie al unităţilor teritoriale. Izoliniile astfel obţinute nu au un traseu riguros exact din punct de vedere planimetric şi de aceea fac parte din categoria izopletelor.

Aşa, de exemplu, cartograma din Fig.32-a poate fi transformată în izolinii astfel: după aflarea valorilor densităţii reţelei hidrografice, acestea se înscriu alături de un punct marcat pe mijlocul geometric al fiecărui pătrat, devenind puncte de sprijin; se unesc apoi punctele vecine prin cîte o linie dreaptă, iar după gruparea valorilor şi întocmirea unui izograf, se procedează la interpolarea şi trasarea izoliniilor şi în final la haşurarea sau colorarea spaţiului dintre ele, conform scalei alese.

LUCRAREA PRACTICA nr.13

11. INTOCMIREA UNOR DIAGRAME

11.1. Generalităţi

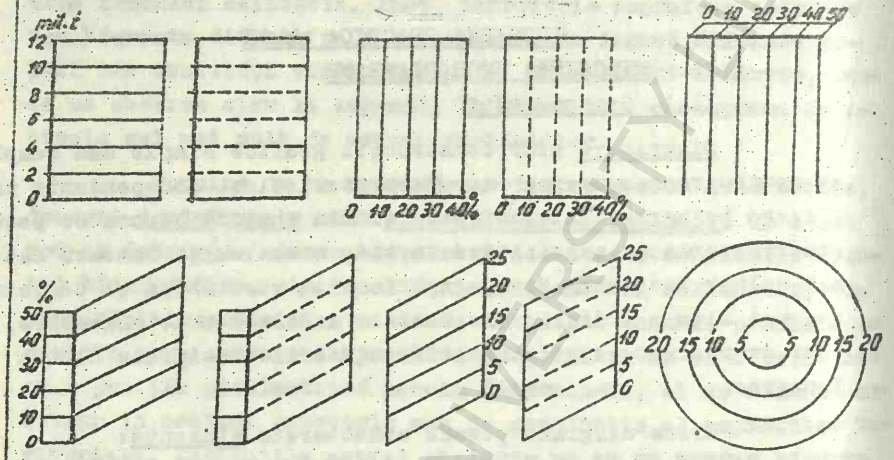
Diagramele sînt construcţii grafice simple sau complexe pentru reprezentarea unor date statistice, independente sau plasate pe harta unui teritoriu şi din analiza cărora se poate observa variaţia cantitativă în timp a aceluiaşi fenomen sau a mai multor fenomene. Ele permit analiza statistică şi compararea mai ales a indicilor economici, deoarece sînt sugestive, uşor de reţinut, arată intuitiv legăturile reciproce dintre fenomene.

Orice diagramă posedă următoarele elemente:

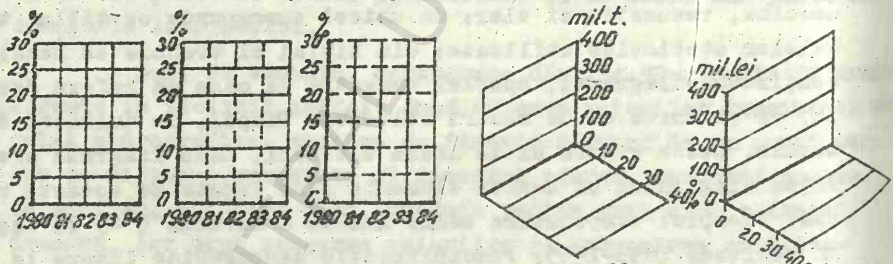
Titlul unei diagrame trebuie să fie complet, cît mai succint, rezumativ şi clar; de obicei corespunde cu titlul tabelelor statistice utilizate; din titlul ei trebuie să rezulte conţinutul diagramei, spaţiul terestru la care se referă datele, ca şi unitatea de măsură folosită. Timpul, în unitatea de măsură, poate exista şi în afara titlului, dacă diagrama are o reţea diagramică şi aceste elemente sînt legate de această reţea. Exemple: Temperatura medie anuală a aerului (°C) la Iaşi, în perioada 1896-1955; Precipitaţiile atmosferice lunare la Huşi, în anul 1986 (mm); Suprafaţa totală a judeţului Iaşi după modul de folosinţă în anul 1985 (în ha); Producţia de struguri pe categorii de unităţi a judeţului Vaslui, în anul 1985 (în mii tone) ş.a.

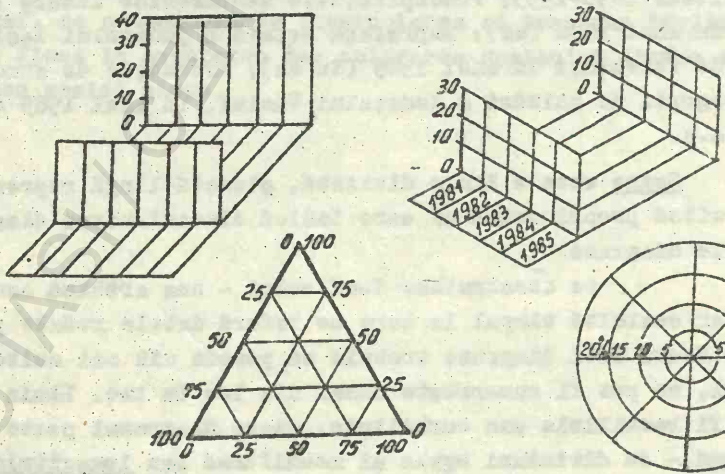
Scara este o linie divizată, plasată lîngă reprezentarea grafică propriu-zisă şi care indică dimensionarea diagramei; la unele diagrame se construiesc două scări - una arătînd cantitatea, iar cealaltă timpul la care se referă datele redate pe diagramă. Scara unei diagrame trebuie să posede cît mai multe diviziuni, ce pot fi numerotate numai din loc în loc. Linia scării poate fi rectilinie sau curbilinie; scara diagramei poate fi uniformă - cu diviziuni egale şi neuniformă sau logaritmică - cu

Fig. 33 Diverse tipuri de rețele diagramice



a. Rețele diagramice simple (ordinare)





b. Rețele diagramice complexe

diviziuni inegale.

Rețeaua de coordonate ale diagramei (rețeaua diagramică) constituie ansamblul de linii ce servesc la dimensionarea și la aprecierea dimensiunilor diagramei. Poate fi formată din linii drepte, curbe sau combinate. Se cunosc două categorii de rețele diagramice: simple sau ordinare - alcătuite dintr-o singură familie de linii, trasate după o regulă precisă (Fig.33-a) și complexe sau duble, compuse din două familii de linii, ce pot porni de la scări uniforme liniare sau circulare (Fig.33-b), sau de la scări uniforme logaritmice în combinație cu linii verticale egal depărtate. Deoarece desenul diagramei propriu-zise trebuie scos în evidență, rețeaua diagramică se va reda prin linii cît mai subțiri sau de culoare deschisă, iar în cazul diagramelor cu mai multe amănunte, această rețea trebuie să fie cît mai deasă.

Legenda diagramelor include totalitatea explicațiilor pentru semnele convenționale utilizate pe acestea. De regulă, Legenda trebuie plasată în afara și sub rețeaua diagramică. Pentru diagramele independente, Legenda poate lipsi, explicațiile putînd fi introduse în rețeaua diagramică. Legenda trebuie să fie clară, sistematică, completă și cît mai scurtă.

11.2. Întocmirea principalelor tipuri de diagrame

Există o mare varietate de diagrame. Cea mai simplă clasificare a lor deosebește două categorii: diagrame simple - cu rețea diagramică simplă și diagrame complexe - cu rețea complexă.

11.2.1. Diagramele simple

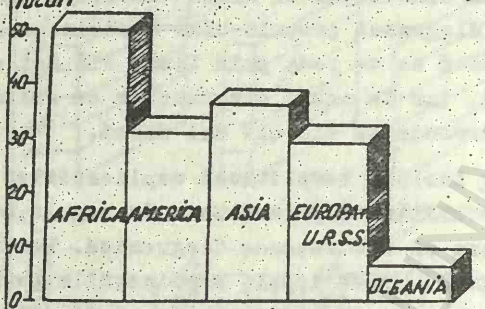
În această grupă se includ diagramele în coloane, în benzi, aerogramele și diagramele structurale.

Diagramele în coloane se construiesc numai cu ajutorul unor scări uniforme. Coloanele sînt, de fapt, dreptunghiuri cu bază de mărime constantă și înălțimea proporțională cu diviziunile scării. Ele pot fi desenate ca figuri plane sau tridimensionale distanțate, alăturate, semisuprapuse sau suprapuse (Fig. 34-a). Scara verticală a coloanelor exprimă cantitățile și ea poate fi redată fie grafic-alăturat coloanelor, în stînga, fie prin indicarea la legendă a cantității corespunzătoare la o uni-

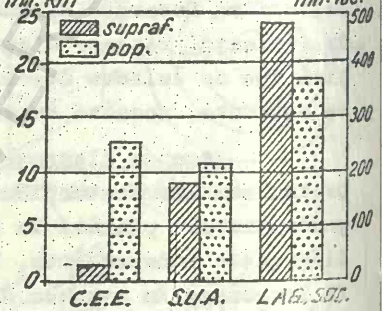
Fig. 34 DIAGRAME SIMPLE

a. Diagrama în coloane

Diferite moduri de poziționare



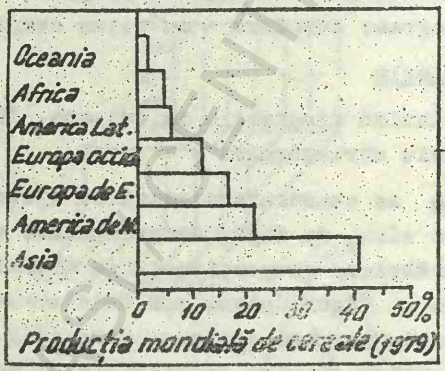
Numărul de locuri în Adunarea Generală a O.N.U. (1979)



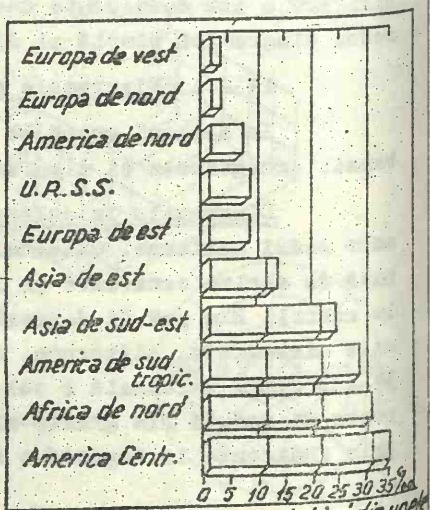
Suprafața și populația unor zone ale Globului (1979)

Exemple de reprezentări prin diagrame în coloane

b. Diagrama în benzi



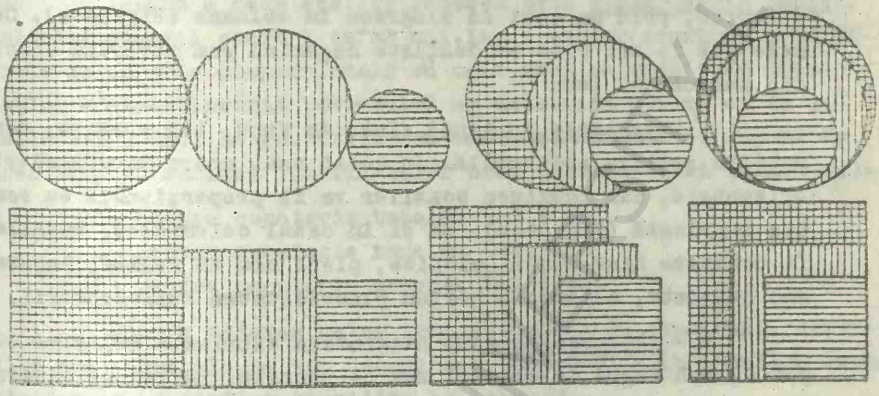
Producția mondială de cereale (1979)



Sporul natural al populației din unele țări ale Globului

c – Areograma

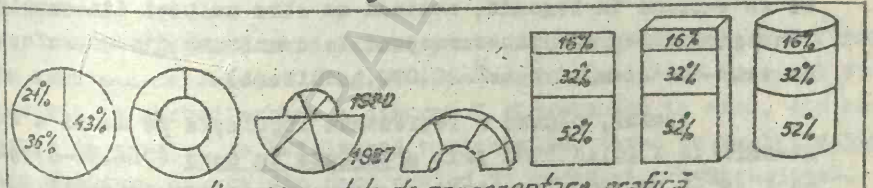
Populația pe medii a României la 1.VII.1968



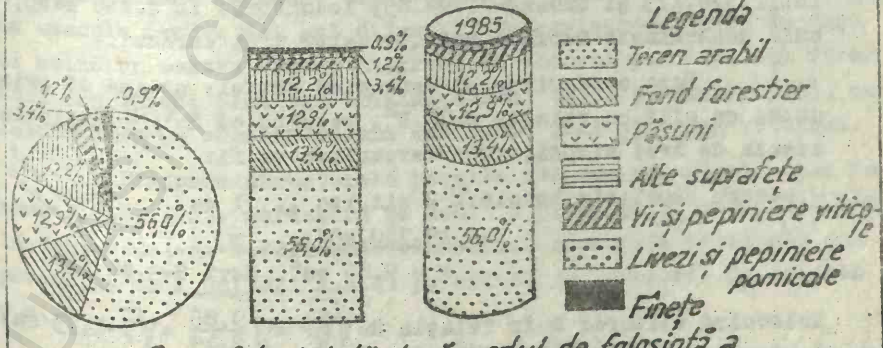
Legenda: populația totală · populația rurală · populația urbană

1 cm² = 2.000.000 loc.

d. Diagrama structurală



diverse modele de reprezentare grafică



Suprafața totală după modul de folosință a județului Vaslui, în anul 1985

tate din înălțimea coloanei, ca în cazul cartodiagramelor. Uneori, folosind o rețea diagramică simplă unică, se pot construi două scări verticale, putîndu-se reda două fenomene (calități) diferite, prin perechi de diagrame în coloane (Fig.34-a). Coloanele pot fi mai bine evidențiate haşurînd sau colorînd spațiul din interiorul lor.

Diagramele în benzi sînt, de fapt, tot coloane, dar așezate în poziție orizontală. In acest caz, scara diagrameler va fi orizontală, iar lungimea benzilor va fi proporțională cu cantitatea exprimată (Fig.34-b). Ca și în cazul coloanelor, benzile pot fi desenate distanțate, alipite, plane sau în relief, haşurate sau colorate, colorarea mărind plasticitatea reprezentării.

- Areogramele sînt diagramele exprimate printr-o arie și pot fi sub formă de cercuri sau de pătrate: La fel ca diagramele în coloană și areogramele pot fi redate izolate, alipite, semisuprapuse sau suprapuse (Fig.34-c). In cazul areogramelor, cantitatea se exprimă direct proporțională cu aria lor și nu cu raza cercului sau latura pătratului, iar scara nu se construiește lateral ci se exprimă în legendă, notîndu-se cîte unități din cantitatea fenomenului reprezentat corespund la o unitate din suprafața diagramei - de exemplu 1 mm^2=20.000 locuitori).

Astfel, pentru a reprezenta Populația pe medii a R.S. România la 1 iulie 1968 prin areograme în cerc (Fig.34-c), știind că 1 cm^2=2.000.000 locuitori, vor trebui construite trei cercuri avînd aria proporțională cu populația totală = 19.720.984, rurală=12.576.125 și urbană=7.144.859 locuitori. In acest scop, trebuie determinată mărimea razelor celor trei cercuri.

Raza cercurilor se determină astfel: știind că aria cercului se află cu relația $S=\pi . R^2$, rezultă că $R=\sqrt{\frac{S}{\pi}}$. Utilizînd regula de trei simplă, raza cercurilor va fi:

- pentru populația totală: 2 mil.loc ... 1 cm^2

$$\frac{19.720.984 \ldots x}{x = 9,86 \text{ cm}^2, \text{ deci } S=9,86 \text{ cm}^2}$$

înlocuind valoarea S în relația $R=\sqrt{\frac{S}{\pi}}=\sqrt{\frac{9,86}{3,14}}=\sqrt{3}=1,73$ cm;

- pentru populația rurală, prin același calcul, se obține S = 6,28 cm^2 și

înlocuind, rezultă $R=\sqrt{\frac{6,28}{3,14}}=\sqrt{2}=$ 1,41 cm

- pentru populația urbană, se obțin $S=3,57$ cm^2 și R=1 cm.

Pentru a reda același fenomen prin areograme în pătrat, folosind aceeași scară 1 cm^2=2 mil.loc., se vor construi trei pătrate având aria proporțională cu cele trei categorii de populație. Mărimea laturii pătratului se determină pornind de la relația $S=L^2$, deci $L=\sqrt{S}$. Utilizînd același calcule și regula de trei simplă, mărimea laturii celor trei pătrate va fi (Fig.34-c):

- pentru populația totală: L=3,3 cm
- pentru populația rurală: L=2,5 cm
- pentru populația urbană: L=1,9 cm.

Pentru redarea celor trei categorii de populație, cercurile sau pătratele se vor haşura sau colora diferit, conform haşurărilor sau culorilor stabilite la legendă.

Diagrama structurală este una din cele mai folosite în statistică și geografia economică și, la fel ca diagrama în coloane sau areogfama, este mult utilizată la întocmirea cartodiagramelor.

O diagramă structurală poate fi, în principal, sub formă de cerc sau de coloană (Fig.34-d). Deseori, mai ales în cazul folosirii pe cartodiagrame a diagramei structurale în cerc, din economie de spațiu, se utilizează variante sub formă de semicerc,ter sau semitor, acesta din urmă putînd fi redat și tridimensional. Varianta în semicerc are avantajul că permite și redarea dinamicii structurii unui fenomen, construindu-se două diagrame structurale, de exemplu pentru doi ani diferiți, în semicercuri față în față și având un centru comun. Diagrama în coloană poate fi sub forma unui dreptunghi plan sau tridimensional (deci paralelipiped), cu latura mare pe verticală, ori sub forma unui cilindru vertical.

Diagrama structurală permite redarea structurii unor fenomene, cum sînt: structura pe medii a populației, suprafața totală după modul de folosință a terenului, suprafața cultivată sau producția unei unități I.A.S. pe soiuri de struguri, de cereale ș.a.

La aceste diagrame, cercul (semicercul) se împarte în sectoare, iar coloana în părți proporționale cu itatea elementelor

fenomenului reprezentat. Ca urmare, pentru construirea unor diagrame structurale, trebuie să dispunem, în primul rînd, de un tabel statistic cuprinzînd valorile absolute şi valorile procentuale ale elementelor fenomenului de reprezentat, pentru care se calculează apoi mărimile corespunzătoare în grade ale sectoarelor de cerc, sau în milimetri ale părţilor unei coloane.

Fiecare sector de cerc sau parte din coloană se haşurează sau se colorează diferit, conform unei legende. Deoarece în aceste cazuri se redau calităţi diferite, haşurările pot avea direcţii (înclinări) diferite, iar pentru colorare se poate utiliza coloritul natural.

In cazul întocmirii unor diagrame structurale independente, raza cercului sau înălţimea totală a coloanei se stabilesc la alegere, dar în cazul folosirii lor pe cartodiagrame, mărimea acestor elemente poate fi constantă sau variabilă în funcţie de cantitatea totală a fenomenului pe unităţi teritoriale, conform scării stabilite.

De regulă, sectoarele de cerc de valoare în grade calculate se construiesc în cerc începînd dom cadranul I, în ordinea mărimii lor, de la cel mai mare spre cel mai mic şi în sensul de mers al acelor de ceasornic, iar sectoarele de coloană se plasează succesiv de jos în sus, începînd de la cel cu valoarea mai mare.

Exemplu: pentru a reprezenta suprafaţa totală după modul de folosinţă a judeţului Vaslui în anul 1985, prin două diagrame structurale, una în cerc şi alta în coloană (Fig.34-d), se includ într-un tabel (Tabelul nr. 7) datele statistice absolute (coloanele 1 şi 2), pe baza cărora se calculează datele procentuale corespunzătoare (coloanele 3,4 şi 5).

Se vor construi un cerc cu raza la alegere, de exemplu r=20 mm, o coloană şi un cilindru cu dimensiunile, de asemenea la alegere, fie înălţimea de 50 mm, lăţimea coloanei de 20 mm şi respectiv raza cercului de bază a cilindrului de 10 mm.

TABELUL nr.7

Suprafaţa totală după modul de folosinţă a judeţului Vaslui, în 1985

Nr. crt.	Categorii de folosinţă	Suprafaţa ha	Suprafaţa %	Nr.grade sector cerc	Nr.mm coloană
0	1	2	3	4	5
1.	Arabil	296.718	56,0	201,7	28
2.	Fond forestier	71.090	13,4	48,2	6,7
3.	Păşuni	68.556	12,9	46,5	6,5
4.	Alte suprafeţe	64498	12,2	43,6	6,1
5.	Vii şi pepiniere viticole	17.702	3,4	12,3	1,7
6.	Livezi şi pep.pomicole	6.367	1,2	4,4	0,6
7.	Fineţe	4.715	0,9	3,3	0,4
	TOTAL	529.646 ha	100,0%	360^0	50 mm

Pentru determinarea valorilor din coloanele 3,4 şi 5 se utilizează regula de trei simplă. Astfel:

- pentru aflarea mărimii în % a terenului arabil,

dacă la totalul de 529.646 ha ... 100%

la 296.718 ha ... X %

$$X = \frac{296.718 \times 100}{529.646} = 56,0\%$$

- pentru aflarea mărimii sectorului de cerc corespunzătoare în grade dacă la totalul de 100,0% ... 360^0

la 56,0% ... x^0

$$x = \frac{56,0 \times 360^0}{100} = 201,7^0$$

Pentru aflarea numărului corespunzător de mm din înălţimea coloanei: dacă la totalul de 100% ... 50 mm

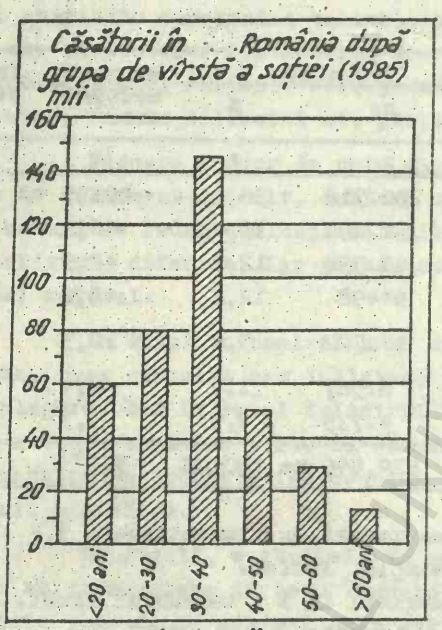
la 56,0% ... x mm

$$x = \frac{56,0 \times 50 \text{ mm}}{100} = 28 \text{ mm}$$

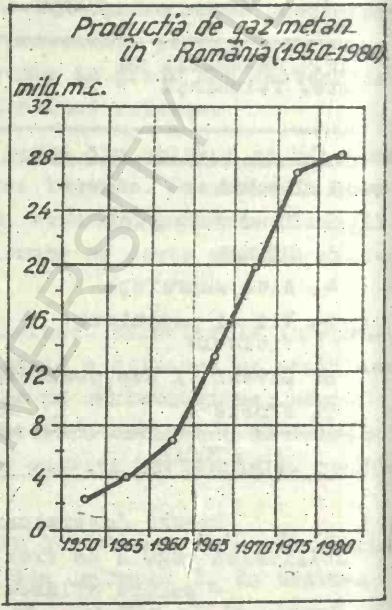
11.2.2. Diagramele complexe

Aceste diagrame sînt foarte numeroase ca aspect şi mod

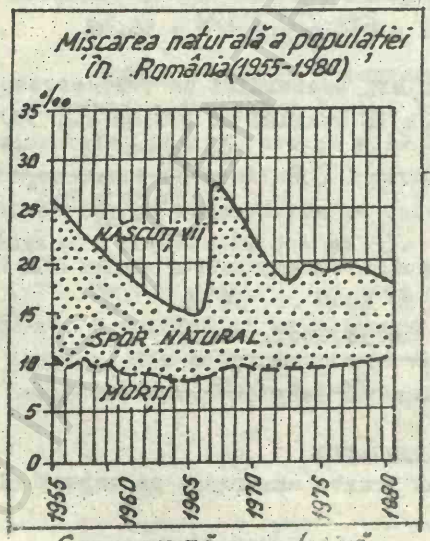
Fig. 35 Diagrame complexe



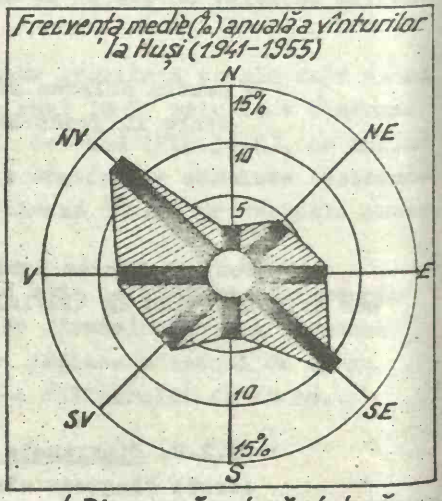
a. Histogramă



b. Historiogramă (cronogramă)



c. Cronogramă cumulativă



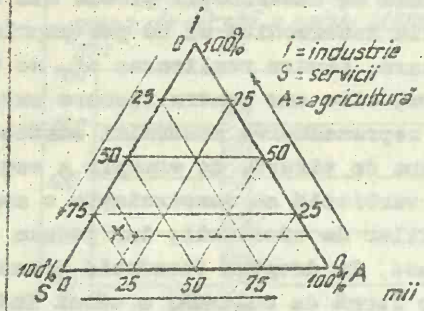
d. Diagramă polară stelară

de întocmire și ele se construiesc, în general, cu ajutorul unor rețele diagramice duble și pornind de la două scări, respectiv de la două axe perpendiculare. Cele mai uzuale sînt următoarele:

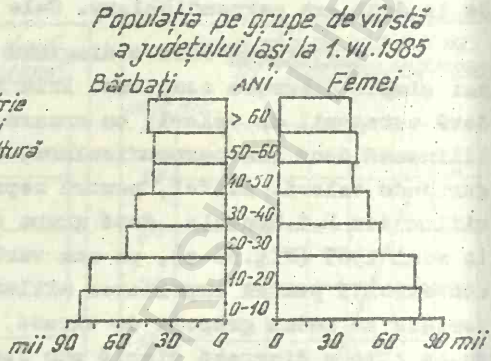
Histograma este o diagramă de distribuție și una din cele mai simple diagrame complexe. Prin intermediul ei se pot exprima două categorii de valori; ca urmare, pentru realizarea ei, se utilizează două axe perpendiculare, cîte una pentru fiecare categorie de valori. Astfel, pentru reprezentarea numărului căsătoriilor din R.S.România, după grupa de vîrstă, de exemplu a serției în anul 1985 (Fig.35-a), pe axa verticală se construiește o scară convenabilă pentru exprimarea miilor de căsătorii, iar pe axa orizontală se redau grupele de vîrstă, în dreptul fiecăreia desenîndu-se cîte o diagramă simplă sub formă de coloană, a cărei înălțime este direct proporțională cu datele cantitative din tabelul statistic.

Cronograma (historiograma) este una din cele mai folosite diagrame complexe și ajută la reprezentarea dinamică a unui fenomen. Pentru întocmirea unei historiograme, pe axa verticală se exprimă cantitatea, iar pe cea orizontală timpul. Poziția axelor poate fi inversată, dar în acest caz diagrama devine mai puțin evocatoare. Cantitățile pot fi exprimate prin coloane, linie frîntă (Fig.35-b) sau linie curbă. Historiograma arată evoluția în timp a unui element și prezintă avantajul că permite redarea mai multor elemente pe aceeași diagramă. In acest caz însă, trebuie realizată fie o combinație de coloane, linie frîntă și linie curbă - cînd se redau numai într-o singură culoare, fie o gamă de mai multe linii curbe ori frînte, continue sau întrerupte, dar de culori diferite. Acest tip de diagramă este foarte mult utilizată în statistică și geografia economică, pentru ilustrarea evoluției în timp, a dinamicii producției diverselor sectoare de activitate practică (ca în Fig.35-b) dar și în geografia fizică, de exemplu, pentru redarea regimului temperaturii aerului, a apei ori a solului ș.a.

Cronograma cumulativă este tot o cronogramă, dar la care, pe aceeași rețea diagramică apar mai multe linii curbe. Astfel de diagrame se utilizează frecvent, mai ales în statistică, pentru

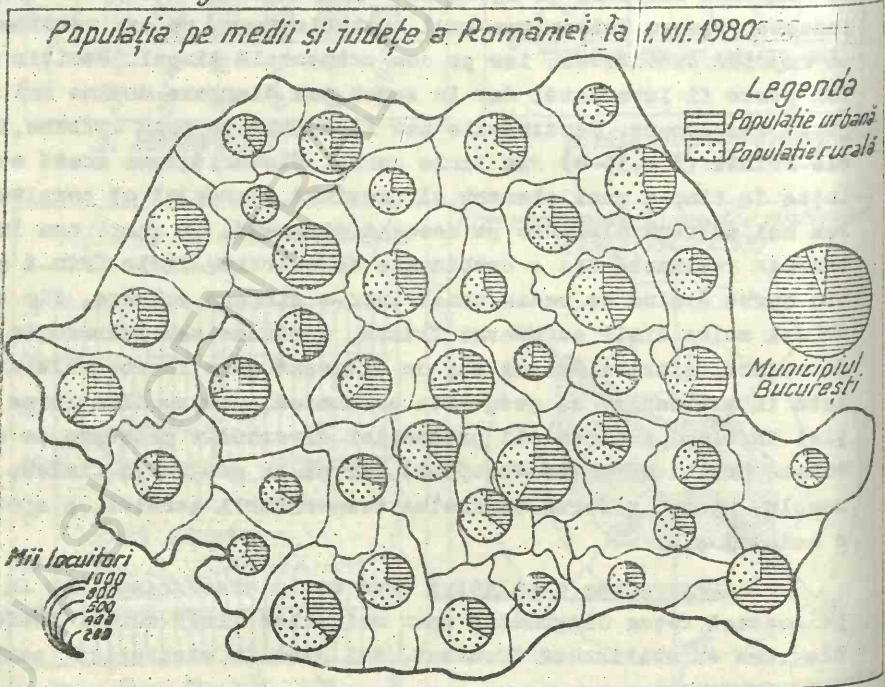


e. Diagrama ternară



f. Piramida structurală

Fig. 36. METODA CARTODIAGRAMEI



redarea evoluției sporului natural al populației (Fig.35-c) ș.a.

Diagramele polare (radiare) sînt diagrame pe care creșterea valorilor se înscrie în jurul unui punct central, prin depărtarea mai mică sau mai mare față de acesta. În mod frecvent, aceste diagrame arată și evoluția unui fenomen, la fel ca o cronogramă; în aceste cazuri, timpul se înscrie unghiular în jurul punctului central, pornind de la o rază aleasă arbitrar, iar cantitățile se raportează prin depărtarea diferită față de punctul central, avînd de-a face deci cu coordonate polare. Se cunosc mai multe tipuri de diagrame polare: stelară, propriu-zisă (radiogramă) și structurală, aceasta din urmă fiind cea mai complexă, permițînd redarea atît a cantității și a timpului, cît și a structurii cantității pentru fiecare unitate de timp (o astfel de diagramă este numită "argograf", de cartografii englezi F.J.Monkhouse și H.R.Wilkinson-1971, Fig.127). Cea mai simplă este diagrama stelară, pe care nu se înregistrează timpul, ci numai cantitatea; ea poate conține mai multe coloane ce pornesc dintr-un punct central. O astfel de diagramă polară este utilizată în mod curent la redarea regimului vînturilor pe direcții (Fig.35-d) dar poate fi folosită și la redarea multor alte fenomene: situația comparativă a ratei natalității, a mortalității generale sau infantile pe continente, pe diverse țări etc.

Diagrama ternară (triunghiulară), numită și triunghiul lui Osana, se aplică mai ales în statistică și geografia economică, în situațiile cînd dispunem de 3 elemente care se raportează la un tot, sau a căror sumă este egală cu 100%. Această diagramă (Fig.35-e) apare sub forma unui triunghi echilateral, toate cele trei laturi fiind împărțite echidistant în diviziuni de la 0 la 100%, pe fiecare latură fiind redat unul din cele trei elemente, cum ar fi: procentul de agricultori, viticultori și crescători de animale din diferite comune sau repartiția în cele trei sectoare economice principale din diferite orașe - industrie, agricultură, servicii (Fig.35-e).

Această diagramă are o rețea diagramică ternară, rezultînd din unirea prin linii drepte a diviziunilor cu aceeași valoare de pe cele trei laturi ale triunghiului echilateral, ceea ce dă naștere unei rețele de triunghiuri tot echilaterale. Dife-

ritele combinații ale celor trei elemente de sintetizează în poziția punctului rezultat pe triunghi. În Fig.35-e, poziția unei așezări X, în care populația ocupată este repartizată în industrie (I)=65%, în sectorul servicii (S)=20% și în agricultură = 15%, se află la intersecția celor 3 coordonate: I=65%, S=20% și A=15%. Această proprietate provine din faptul că dreptele raportate pornind de la cele 3 dimensiuni a căror sumă =100% sînt concurente într-un singur punct, ceea ce este o explicație a teoremei conform căreia suma perpendicularelor duse dintr-un punct oarecare din interiorul unui triunghi echilateral pe laturile acestuia este constantă. Acest tip de diagramă este utilizată și în alte domenii ca: mineralogie, geomorfologie (analiza granulametrică), pedologie, geotehnică (analiza terenurilor pentru construcții) etc. Astfel, în 1969, englezul A.F.Pitty, numind-o "grafic triunghiular", a propus-o pentru analiza versanților după frecvența unghiurilor de pantă. Diagrama ternară este apreciată ca fiind armonioasă și chiar mai savantă decît alte tipuri de diagrame.

Diagramele comparative se folosesc deseori pentru a pune în antiteză și a compara cîteva serii de date. Aceste diagrame pot avea forme diferite, întrucît sînt de mai multe feluri. Una din cele mai utilizate este piramida structurală, ce face parte din categoria de diagramă cu bază comună verticală și orizontală. Construcția ei este simplă (Fig.35-f) și utilizarea ei este deja consacrată în statistică, pentru reprezentarea structurii populației pe grupe de vîrstă și sexe, de unde și numele de "piramida vîrstelor". Pentru obținerea unei reprezentări grafice cît mai sugestive, benzile pot fi colorate diferit pe sexe și redate tridimensional.

LUCRAREA PRACTICA nr.14

12. INTOCMIREA UNEI CARTODIAGRAME

Cartodiagrama este o reprezentare cartografică obținută pe unități teritoriale naturale sau geometrice și în care se scot în evidență, prin diagrame așezate pe mijlocul acestora, unul sau mai mulți indici ai fenomenului cartografic. Prin cartodiagramă se pot reprezenta indici absoluți ai fenomenelor ca: suprafața după modul de folosință a teritoriului, suprafața ocupată de diverse culturi, volumul producției globale, al producției industriale sau agricole, populația pe medii sau pe sexe, structura profesională a populației ș.a.

Metoda cartodiagramei permite reprezentarea atît a structurii cît și a dinamicii fenomenelor.

Intocmirea unei cartodiagrame constă în esență în împărțirea teritoriului de reprezentat (suprafața globului, un continent, un stat, o zonă, un județ) în unități teritoriale naturale (țări, unități administrative, bazine hidrografice) sau artificiale - geometrice (pătrate, dreptunghiuri ș.a.) și plasarea pe mijlocul acestora a unor diagrame simple sau complexe. Deoarece la cartodiagrame elementul esențial este diagrama, tehnica de construire a lor se reduce la aceea a construirii diagramei.

Pentru a fi mai ușor de citit, se recomandă utilizarea unor diagrame cît mai simple cum sînt: diagrama în coloană, diagrame structurale în cerc, semicerc sau dreptunghi, diagrama stelară.

Pentru întocmirea unei cartodiagrame trebuie mai întîi stabilite teritoriul de reprezentat și titlul ei, care poate cuprinde și indicații precise asupra datelor statistice de la care s-a pornit, urmînd apoi prelucrarea datelor statistice pentru construirea diagramelor; se alege apoi tipul de diagrame, se calculează dimensiunile acestora, se pregătește baza geografică a cartodiagramei, trasîndu-se limitele unităților teritoriale.

Baza geografică a unei cartodiagrame este de obicei

foarte săracă, necuprinzînd alte elemente decît limitele unităţilor teritoriale, pentru a nu-i încurca pe cititori.

Diagramele se desenează pe mijlocul fiecărei unităţi teritoriale. Pentru întocmirea cartodiagramelor, cel mai adesea se utilizează diagramele simple sub formă de: coloană, areograme în cerc sau pătrat şi diagramele structurale în cerc sau coloană. Indiferent însă de felul diagramelor utilizate, la Legenda cartodiagramei se va indica şi scara acestora: pentru coloane, scara înălţimii lor de exemplu 1 mm coloană = 20.000 loc., iar pentru areograme, scara suprafeţei lor - de exemplu, 1 mm^2 = 40.000 loc., sau, în cazul utilizării diagramelor structurale în cerc, avînd suprafaţa şi raza proporţionale cu cantitatea totală exprimată pe unităţi teritoriale, scara se poate indica şi în forma arătată în Fig.36.

In cazul utilizării diagramelor structurale, culorile sau haşurările folosite pentru diferitele sectoare de coloană sau de cerc, pentru redarea unor calităţi diferite, vor fi, de asemenea, explicate la legenda cartodiagramei.

Exemple de întocmire a unor cartodiagrame pentru reprezentarea populaţiei pe medii şi judeţe a R.S.România la 1.VII. 1980;

- dacă se utilizează diagramele simple în coloană, pe mijlocul fiecărui judeţ se va construi cîte un grup de trei coloane alipite, cu înălţimea în milimetri corespunzătoare scării stabilite, colorate sau haşurate diferit, fiecare din ele redînd, de la stînga la dreapta şi conform Legendei, populaţia totală, populaţia urbană şi populaţia rurală din fiecare judeţ; lăţimea coloanelor se va alege arbitrar, de cîţiva milimetri, iar scara înălţimii lor se va stabili după tatonări, în funcţie de scara [illegible] şi astfel încît, pentru judeţele cu o populaţie totală mai numeroasă, să se evite desenarea unor coloane prea înalte, peste limitele acestor judeţe; dacă se urmăreşte redarea dinamicii, de exemplu evoluţia numărului total al populaţiei în perioada 1966-1977, se pot construi, pe mijlocul fiecărui judeţ, cîte două coloane, colorate sau haşurate diferit şi redînd cea din stînga populaţia judeţului în 1966, iar cea din dreapta populaţia în 1977, cele două culori sau haşurări fiind explicate la legendă

- cînd se utilizează diagramele structurale în cerc, există două posibilităţi: una mai simplă, mai puţin evocatoare şi mai rar utilizată, constînd în construirea pe mijlocul fiecărui judeţ a unui cerc cu raza şi suprafaţa constante, la alegere, dar împărţit în două sectoare colorate şi haşurate diferit şi de mărime proporţională cu populaţia urbană şi respectiv populaţia rurală din fiecare judeţ şi redînd astfel numai structura pe medii a populaţiei ţării pe judeţe; a doua posibilitate solicită mai multe calcule, dar conduce la obţinerea unei cartodiagrame mult mai intuitive, redîndu-se, în plus faţă de prima variantă, şi populaţia totală a fiecărui judeţ, construind areograme în cerc cu suprafaţa variabilă, care devin astfel semne dimensionate (conform Fig.36). Şi în cazul folosirii diagramelor structurale în cerc poate fi redată dinamica populaţiei, construind, pe mijlocul fiecărui judeţ, cîte două diagrame structurale în semicerc, alipite (ca în Fig.34-d), una redînd structura pe medii şi populaţia totală a fiecărui judeţ din 1966, iar cealaltă, aceleaşi elemente pentru anul 1977.

Cartodiagrama este o metodă de reprezentare cartografică puţin exactă, deoarece redă doar situaţii medii referitoare la un teritoriu şi nu repartiţia geografică exactă a datelor exprimate.

Menţionăm că, la prima vedere, cartodiagrama seamănă mult cu hărţile întocmite prin metoda semnelor dimensionate. Însă deosebirea esenţială constă în aceea că, la metoda semnelor dimensionate, acestea sînt plasate exact pe punctul în care se desfăşoară fenomenul (centre industriale etc), în timp ce la metoda cartodiagramei, semnele (diagramele) se introduc pe mijlocul unităţilor teritoriale, încît localizarea fenomenelor este doar aproximativă.

Cu toate defectele asemănătoare cu acelea ale metodei cartogramei, datorită uşurinţei întocmirii şi a intuitivităţii, metoda cartodiagramei este mult utilizată în statistică, în geografia economică şi chiar în geografia fizică.

De asemenea, pentru reprezentarea cît mai completă a unor fenomene, se procedează deseori la suprapunerea unei carte-

diagrame peste o cartogramă.

x

x x

Inainte de încheierea părţii a I-a, de cartografie, menţionăm şi faptul că în ultimii ani, atît pe plan mondial, cît şi în ţara noastră au fost înregistrate progrese remarcabile în domeniul automatizării în cartografie, prin utilizarea tot mai intensivă a tehnicii electronice de calcul, atît în direcţia utilizării hărţilor, cît şi a prelucrării datelor şi respectiv a întocmirii automate a hărţilor, mărindu-se considerabil productivitatea muncii, respectiv viteza şi exactitatea executării lucrărilor cartografice. Folosirea computerelor (calculatoarelor) a permis deja automatizarea unor operaţiuni ca: plasarea pe original a unor semne-punct, construirea diverselor categorii de linii - reţele cartografice, linii coordonate, izolinii, - transpunerea obiectelor localizate pe suprafeţe, cercetarea şi transformarea, proiecţiilor hărţilor, redarea desenului hărţilor la orice scară dorită, construirea diverselor hărţi în izolinii-meteorologice, magnetice, gravimetrice etc. Soluţiile tehnice de perspectivă din domeniul automatizării în cartografie se referă la elaborarea unor complexe interative cu vaste posibilităţi funcţionale: balierea originalelor cartografice şi redactarea informaţiei în sistemul raster, transformarea datelor în forma vectorială, recunoaşterea automată a figurilor geometrice, prelucrarea statistică a obiectelor cu o suprafaţă oarecare, controlul vizual şi programat al calităţii informaţiei cartografice numerice (cifrice) ş.a.

BCU IASI / CENTRUL DE RESURSE LIBRARY

P A R T E A A II-A

LUCRARI PRACTICE DE TOPOGRAFIE

LUCRAREA PRACTICA nr.1

1. DETERMINAREA COORDONATELOR GEOGRAFICE PE HARTI DIFERITE

1.1. Sistemul coordonatelor geografice

Acest sistem de coordonate a fost imaginat atît pentru necesitățile trecerii de la suprafața reală a Pămîntului la aceea a globurilor și hărților geografice, cît și pentru orientarea pe suprafața terestră.

La orice sistem de coordonate se deosebesc: un sistem de referință și coordonatele propriu-zise, care pot fi unghiuri sau distanțe.

La sistemul coordonatelor geografice, sistemul de referință este format (Fig.37) din două plane: planul ecuatorului și planul meridianului origine, numit și meridianul zero (ales convențional, din 1884, drept meridianul Observatorului Astronomic de la Greenwich-Londra și considerat ca atare și astăzi)

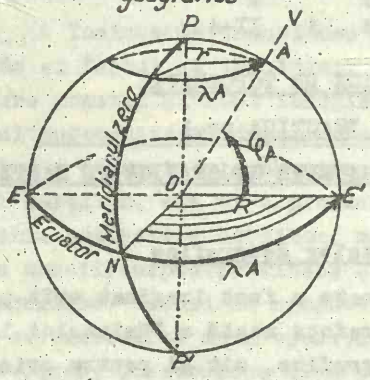
Coordonatele geografice sînt longitudinea (λ) și latitudinea (φ).

Planul ecuatorului este un element natural al Globului terestru, el fiind planul perpendicular pe mijlocul axei polare de rotație a Pămîntului. Secțiunea sferei pămînteşti care conține centrul ei și este perpendiculară pe axa polară se numește ecuator (EE' în Fig.37).

Printr-un punct A situat pe sfera pămînteasca, se pot efectua numeroase secțiuni. Secțiunea care cuprinde axa polară PP' (secțiunea APEP'E') se numește meridianul punctului A, iar secțiunea prin punctul A care este perpendiculară pe axa polară se numește paralela punctului A, planul ei fiind rotund și paralel cu planul ecuatorului.

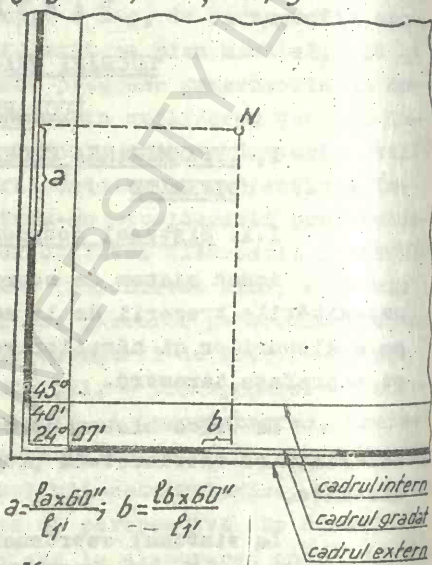
Poziția pe glob a oricărui punct poate fi determinată prin coordonatele sale geografice.

Fig. 37 Sistemul coordonatelor geografice



ENE' – ecuatorul
PNP' – meridianul origine (zero)
PAE'P' – meridianul punctului A
V – verticala în punctul A
φA – latitudinea punctului A
λA – longitudinea punctului A
PP' – axa polară
R – raza globului pămîntesc (raza ecuatorială)
r – raza paralelei punctului A

Fig. 38 Determinarea coordonatelor geografice pe hărțile topografice

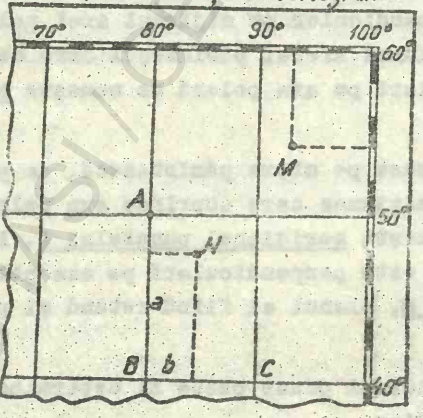


$$a = \frac{\ell_a \times 60''}{\ell_1'}; \quad b = \frac{\ell_b \times 60''}{\ell_1'}$$

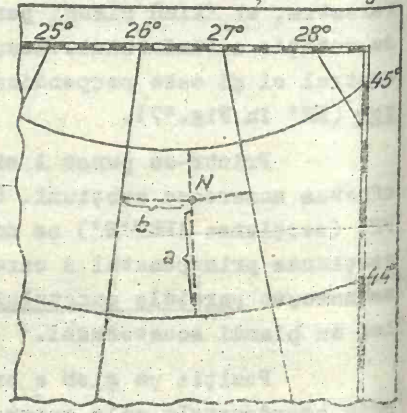
$$N \begin{cases} \varphi_N = 45°41' + a = 45°41'44'' \text{ lat. N} \\ \lambda_N = 24°08' + b = 24°08'14'' \text{ long. E} \end{cases}$$

Fig. 39 Determinarea coordonatelor geografice pe hărți la scară mică

a – cazul hărților pe care cadrul gradat este paralel cu rețeaua cartografică



b – cazul hărților pe care cadrul gradat nu este paralel cu rețeaua cartografică



BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Latitudinea unui punct A(φ_A) este unghiul dintre planul ecuatorului şi verticala (V) în punctul A, prelungită până pe planul ecuatorului Pământului; ea se măsoară începînd de la ecuator spre poli şi poate fi nordică (pozitivă) sau sudică (negativă) cu valori între 0^0-90^0.

Longitudinea unui punct A(λ_A) este unghiul diedru dintre planul meridianului origine şi planul meridianului punctului A; ea se măsoară de la meridianul zero spre E sau spre V şi poate fi estică (pozitivă) sau vestică (negativă), cu valori între 0^0-180^0.

Meridianele sînt secţiuni prin sfera pământească ce conţin axa polară, toate avînd aceeaşi lungime.

Paralele descresc în lungime de la ecuator - a cărui lungime este egală cu $2\pi R$, asemenea unui meridian - spre poli; lungimea celorlalte paralele se calculează cu relaţia $2\pi R.\cos\varphi$, întrucît raza unei paralele $r=R.\cos\varphi$.

Meridianele şi paralelele sînt în esenţă linii geometrice de referinţă sau directoare ce au fost imaginate pe globul terestru în scopul stabilirii exacte a poziţiei detaliilor, cît şi pentru plasarea în poziţii precise a acestora pe hărţi; meridianele sînt liniile care indică direcţia polilor geografici (direcţia N-S), în timp ce paralelele sînt linii care indică direcţia perpendiculară pe meridiane (direcţia E-V).

Ansamblul meridianelor şi paralelor de pe o hartă alcătuieşte reţeaua cartografică şi reprezintă în fond liniile care unesc puncte de coordonate geografice cu valori rotunde.

Reţeaua de meridiane şi paralele se desenează pe hărţi prin linii de forme diferite (drepte, curbe, circulare, eliptice, hiperbolice), în funcţie de modul cum s-a realizat trecerea de la suprafaţa sferoidală a Pământului la suprafaţa plană a hărţii.

Pentru determinarea coordonatelor geografice pe hărţi, ne servim de reţeaua de meridiane şi paralele şi de cadrul gradat.

Cadrul gradat este unul din elementele matematice foarte importante şi comune tuturor tipurilor de hărţi. El este situat fie între cadrul intern (linia subţire care delimitează cîmpul desenat al hărţii) şi cadrul extern (linia groasă, cu rol estetic) pe hărţile geografice la scară mare, fie delimitînd direct

cîmpul hărții, pe hărțile geogfafice la scară mică și foarte mică.

Cadrul gradat este redat, pe toate hărțile, printr-o linie dublă segmentată, asemănătoare simbolului prin care se reprezintă căile ferate; segmentele sînt mai lungi sau mai scurte, avînd valoarea unor minute sau grade de latitudine și de longitudine, în funcție de scara hărții.

Ca urmare, precizia determinării coordonatelor geografice depinde de scara hărții.

1.2. Determinarea coordonatelor geografice pe hărți la scară mare (hărți topografice)

Pe hărțile la scară mare, cadrul gradat este împărțit în segmente egale, avînd valoarea unui minut de latitudine și a unui minut de longitudine. Ca urmare, pe aceste hărți, determinarea coordonatelor geografice se poate efectua cu o precizie de o secundă.

Suprafața desenată a fiecărei foi topografice este delimitată de două paralele și două meridiane, ale căror valori exacte sînt notate la capete, în colțurile cadrului hărții.

Exemplu: pentru determinarea coordonatelor geografice ale unui punct N(φ_N și λ_N) pe o hartă topografică, din punctul N se coboară două perpendiculare pe cadrul gradat mai apropiat, după caz, în funcție de poziția punctului pe suprafața foii topografice; astfel, în cazul Fig.38, se coboară o perpendiculară pe cadrul vestic și alta pe cadrul sudic. De cele mai multe ori, picioarele celor două perpendiculare se vor afla undeva în interiorul segmentelor de latitudine și de longitudine, determinînd fracțiunile de segmente (a) și (b).

Latitudinea punctului N va fi dată de valoarea paralelei de pe cadrul sudic al hărții, la care se adaugă numărul segmentelor întregi de 1' de latitudine numărate pe cadrul vestic pînă la piciorul perpendicularei orizontale și valoarea fracțiunii (a), deci $\varphi_N = 45^0 40' + 01' + a = 45^0 41' + a$

Valoarea fracțiunii de segment (a) se calculează măsurînd cu rigla în milimetri lungimea totală a segmentului de 1'($\ell_{1'}$) de latitudine și acea a fracțiunii (a) și aplicînd regula de trei simplă astfel:

(ℓ_1) 30 mm .....1'(sau 60")
(ℓ_a) 22 mm .....a

$$a = \frac{l_a \cdot 60''}{1'} = \frac{22\ mm \cdot 60''}{30\ mm} = \frac{1.320''}{30} = 44''$$ deci: $\varphi_N = 45^0 41' 44''$ lat.N.

Longitudinea punctului N va fi dată de valoarea meridianului de pe cadrul vestic, la care se adaugă numărul segmentelor întregi de 1' de longitudine urmărite pe cadrul sudic până la piciorul perpendicularei verticale și valoarea fracțiunii (b), deci $\lambda_N = 24^0 07' + 01' + b = 24^0 08' + b$

Valoarea fracțiunii de segment (b) se calculează măsurînd lungimea totală în milimetri a segmentului de 1' de longitudine (ℓ_1,) și acesa a fracțiunii (ℓ_b) și aplicînd regula de trei simplă astfel:

(ℓ_1,)25 mm ... 1' (sau 60")
(ℓ_b) 6 mm .... b

$$b = \frac{\ell_b \cdot 60''}{\ell_b} = \frac{6\ mm \cdot 60''}{25\ mm} = \frac{360''}{25} = 14''$$, rezultînd $\lambda_N = 24^0 08' 14''$ long.E

1.3. Determinarea coordonatelor geografice pe hărți la scară mică

Segmentele cadrului gradat al hărților la scară mică - cum sînt hărțile murale școlare - au cîteva grade de meridian și de paralelă încît precizia determinării coordonatelor geografice nu poate fi decît de ordinul minutelor.

In funcție de proiecția cartografică utilizată, cadrul gradat al acestor hărți - care are de obicei formatul de dreptunghi sau de pătrat - poate să coincidă sau nu cu rețeaua cartografică, încît și determinarea coordonatelor geografice se efectuează prin procedee diferite.

Oricum, determinarea coordonatelor geografice pe aceste hărți este doar aproximativă, cea mai mare precizie asigurînd-o numai hărțile topografice.

- In cazul hărților pe care cadrul gradat este paralel cu rețeaua cartografică, iar meridianele și paralelele apar sub formă de linii drepte și egal distanțate (Fig.39-a), coordonatele φ și λ ale unui punct M pot fi determinate folosindu-ne de

cadrul gradat, atunci cînd punctul se află mai aproape de acest element. In acest caz, din punctul N se coboară două perpendiculare pe cadrul gradat; la picioarele celor două perpendiculare se pot estima valorile: φ_M=54°00' lat.N şi λ_M=93°00' long.E, ţinînd cont de faptul că un segment de meridian ca şi un segment de paralelă valorează 2°.

Dacă pe o hartă întocmită într-o proiecţie cartografică de acelaşi fel (Fig.39), un punct N este situat mai departe de cadrul gradat, în cadrul ochiului reţelei cartografice în care se află punctul, se coboară din acest punct două perpendiculare - una pe meridianul din stînga, cu valoarea mai mică şi a doua pe paralela de jos; pentru aflarea coordonatelor φ_N şi λ_N, se măsoară apoi, cu rigla în milimetri, distanţele totale AB şi BC şi cele parţiale (a) şi (b) şi se aplică regula de trei simplă astfel:

- pentru determinarea latitudinii: φ_N=40°+a

(AB)30 mm ....10°(sau 600')

23 mm ....a

$$a = \frac{23\ mm \cdot 600'}{30\ mm} = \frac{13800'}{30} = 460' = 7°40'$$; deci φ_N=47°40' lat.N.

- pentru determinarea longitudinii: λ_N=80°+b

(BC) 20 mm ... 10°(sau 600')

9 mm ... b

$$b = \frac{9\ mm \cdot 600'}{20\ mm} = \frac{5400'}{20} = 270' = 4°30'$$; deci λ_N=80°30' long.E

- <u>In cazul hărţilor pe care cadrul gradat nu coincide cu reţeaua cartografică</u>, iar distanţa dintre paralele şi dintre meridiane nu este constantă (Fig.39-b), pentru determinarea coordonatelor geografice ale unui punct N nu ne mai putem folosi cadrul gradat. In acest caz, în cadrul ochiului reţelei cartografice (avînd obişnuit forma de trapez) în care se află punctul N, se trasează meridianul şi paralela acestui punct, se măsoară lungimea totală a acestora şi distanţele parţiale (a) şi (b) şi se aplică regula de trei simplă, ca în cazul descris anterior.

BCU CENTRALA UNIVERSITARA LIBRARY

Precizăm că, la determinarea coordonatelor geografice pe orice hartă, sensul latitudinii și cel al longitudinii se află astfel: dacă în sectorul de hartă, în care se află punctul de determinat, valorile paralelelor cresc de jos în sus, deci spre cadrul nordic, avem de-a face cu latitudine nordică (lat.N), iar în cazul creșterii valorilor spre cadrul sudic, avem de-a face cu latitudine sudică (lat.S); dacă valorile meridianelor cresc spre dreapta, deci spre cadrul estic, avem longitudine estică (long.E) iar cînd valorile meridianelor cresc spre cadrul vestic, avem longitudine vestică (long.V).

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

LUCRAREA PRACTICA nr.2

2. DETERMINARI DE COORDONATE RECTANGULARE, PANTE SI VOLUME PE HARTI TIPOGRAFICE

2.1. Determinarea coordonatelor rectangulare pe hărți și planuri topografice

2.1.1. Sistemul coordonatelor rectangulare

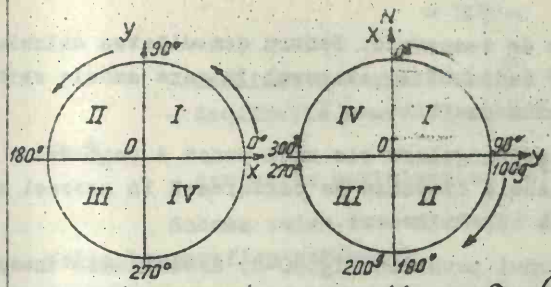
In efectuarea calculelor necesare ridicărilor topografice independente, nelegate de rețeaua geodezică, se poate utiliza sistemul de axe rectangular din trigonometrie (OX orizontală și OY verticală), liniile trigonometrice și valorile naturale ale acestora.

In ridicările topografice legate de rețeaua geodezică a țării noastre, pentru stabilirea coordonatelor rectangulare plane ale punctelor sînt utilizate însă axele din geodezie: axa OX, o linie paralelă cu meridianul axial al fusului sferic proiectat, cu semnul pozitiv spre polul N_G (nord geografic), iar axa OY, o linie perpendiculară pe prima și cu semnul pozitiv spre dreapta.

Deoarece în topografie, direcția de referință pentru măsurarea unghiurilor este direcția nordului, care pe planuri se trasează de jos în sus, a fost nevoie ca cercul trigonometric (Fig.40-a) să fie adaptat la această situație, la care s-a adăugat și faptul că sensul de măsurare a unghiurilor în topografie este cel direct, în timp ce în trigonometrie este cel retrograd. Cercul astfel adaptat a fost numit cerc topografic (Fig.40-b).

La sistemul coordonatelor rectangulare utilizat în topografie se deosebesc: un sistem de referință format din cele două axe perpendiculare OX verticală și OY orizontală și coordonatele rectangulare care sînt două distanțe: distanța x paralelă la axa OX și distanța Y paralelă la axa OY.

In jurul originii O sînt patru cadrane: I, II, III, IV. Contrar cercului trigonometric, în topografie acestea sînt numerotate în sensul direct de mers al acelor de ceasornic întrucît originea de măsurare a unghiurilor la centru este diametrul vertical iar sensul de măsurare a unghiurilor în topografie este



a. cercul trigonometric b. cercul topografic c. coordonate rectangulare absolute (X_A, Y_A) și relative ($\Delta x, \Delta y$)

Fig. 40 Sistemul coordonatelor rectangulare

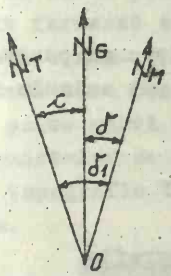


Fig. 41 Direcțiile nord folosite în topografie

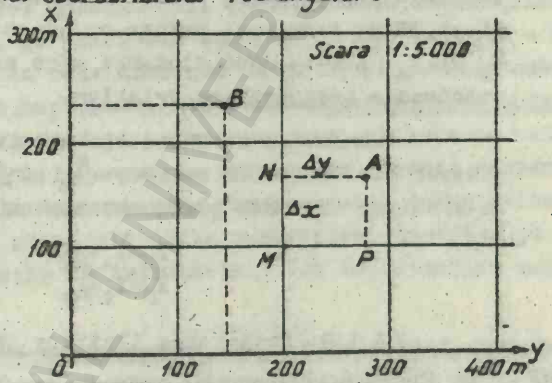


Fig. 42 Determinarea coordonatelor rectangulare ale unui punct A și raportarea unui punct B pe un caroiaj rectangular.

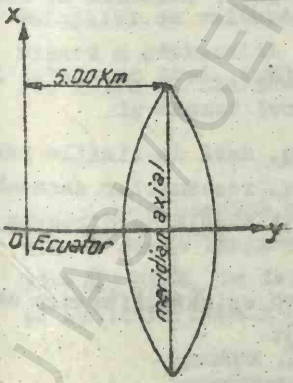


Fig. 43 Sistemul coordonatelor Gauss

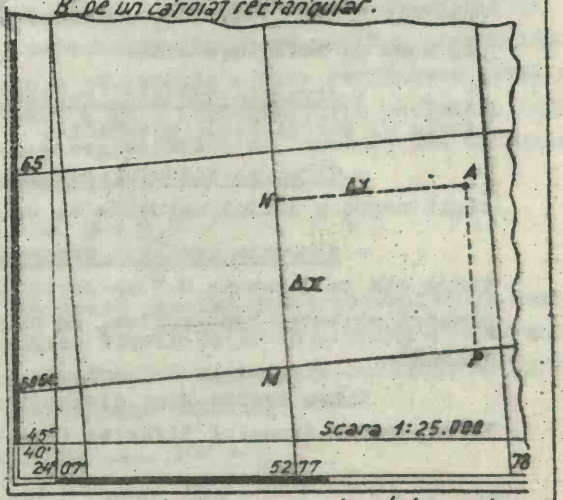


Fig. 44 Determinarea coordonatelor rectangulare pe hărțile topografice în proiecția Gauss-Krüger

cel al mişcării acelor de ceasornic. Pentru comoditatea calculelor se utilizează doar cadranul I, singurul în care ambele coordonate ale punctelor sînt pozitive.

Coordonatele rectangulare ale unui punct A se notează cu X_A şi Y_A sau $A_{(x,y)}$. Ambele distanţe se calculează în aceeaşi unitate de măsură - metrii sau kilometri.

Coordonatele unui punct A (Fig.40-c) determinate începînd de la axele OX şi OY sînt numite <u>coordonate rectangulare absolute</u>. În mod frecvent, se calculează însă şi distanţe (deci coordonate rectangulare) pornind de la două axe de referinţă paralele axelor OX şi OY şi care trec printr-un punct A de coordonate cunoscute X_A şi Y_A; aceste două distanţe sînt notate cu Δ_x şi Δ_y şi denumite coordonate <u>rectangulare relative</u>.

Cunoscînd coordonatele absolute ale unui punct A şi cu ajutorul coordonatelor relative Δ_x şi Δ_y se pot calcula coordonatele absolute ale unui punct necunoscut N:

$$X_N = X_A + \Delta_x$$
$$Y_N = Y_A + \Delta_y$$

2.1.2. <u>Orientarea liniilor în topografie</u>

În măsurătorile terestre, orientarea unei linii (aliniament) înseamnă măsurarea unghiului dintre o direcţie de referinţă (una din direcţiile N) şi aliniamentul respectiv. Cele trei direcţii nord de referinţă sînt:

- <u>direcţia nordului geografic</u> (N_G), indicată de sensul nordic al meridianului geografic;

- <u>direcţia nordului magnetic</u> (N_M), dată de vîrful jumătăţii negre a acului magnetic al oricărei busole şi

- <u>direcţia nordului topografic</u>, dată de liniile paralele între ele pe direcţia S-N ale careiajului rectangular desenat pe planuri şi hărţi topografice, de unde şi numele de <u>direcţia nord careiaj</u>.

Între aceste trei direcţii nord există diferenţe unghiulare purtînd denumiri diferite (Fig.41):

- declinaţie magnetică (δ) între direcţiile N_G şi N_M;
- declinaţie convenţională (δ_1) între direcţiile N_T şi N_M
- convenţia meridianelor (c) între direcţiile N_G şi N_T.

Schema celor trei direcţii nord este desenată pe toate foile topografice româneşti.

2.1.3. Determinarea coordonatelor rectangulare pe planuri topografice

Pentru uşurarea determinării coordonatelor rectangulare ale diverselor puncte, pe planurile topografice se trasează o reţea de linii paralele cu cele două axe OX şi OY şi echidistante, încît formează o reţea de pătrate, alcătuind caroiajul rectangular. Aceste linii reprezintă de fapt coordonate rectangulare cu valori rotunde care sînt notate la capetele lor. Acest caroiaj rectangular poate servi atît la determinarea coordonatelor rectangulare ale punctelor de pe un plan, cît şi la raportarea punctelor pe planul topografic în funcţie de coordonatele lor rectangulare cunoscute.

Exemple: a) Să se determine coordonatele rectangulare ale unui punct $A(X_A$ şi $Y_A)$ pe un plan topografic la scara de 1:5000, avînd un caroiaj rectangular cu echidistanţa naturală între linii de 100 m (Fig.42): pentru aceasta, în interiorul pătratului în care se află punctul A, se coboară din acest punct o perpendiculară pe latura din stînga a pătratului - care reprezintă linia caroiajului cu valoarea y=200 m şi o perpendiculară pe latura inferioară a pătratului - care reprezintă linia caroiajului cu valoarea x=100 m. Din desen rezultă că

$$X_A = 100 \text{ m} + \Delta_x$$
$$Y_A = 200 \text{ m} + \Delta_y$$

Cunoscînd că, în acest caroiaj rectangular, latura unui pătrat are o lungime grafică totală de 20 mm, coordonatele relative Δ_x şi Δ_y se determină măsurînd distanţele parţiale MN şi MP şi aplicînd regula de trei simplă astfel:

- pentru Δ_x: 20 mm .... 100 m
  (MN) 13 mm .... Δ_x

$$x = \frac{13 \text{ mm} \cdot 100 \text{ m}}{20 \text{ mm}} = \frac{1300 \text{ m}}{20} = 65 \text{ m}$$

- pentru A_y: 20 mm ... 100 m
16 mm ... A_y

$$A_y = \frac{16 \text{ mm} \cdot 100 \text{ m}}{20 \text{ mm}} = \frac{1600 \text{ m}}{20} = 80 \text{ m}$$

înlocuind mai sus rezultă: X_A=100 m + 65 m = 165 m
Y_A=200 m + 80 m = 280 m

b) Să se raporteze un punct B având coordonatele rectangulare plane X_B=235 m și Y_B=145 m, pe un plan topografic la scara 1:5000, având un caroiaj rectangular cu echidistanța naturală între linii de 100 m, deci o echidistanță grafică de 20 mm (Fig.42); în acest caz, poziția punctului B se va afla la intersecția a două perpendiculare imaginare - una ridicată de pe axa OX din punctul cu valoarea X=235 m și alta ridicată de pe axa OY din punctul cu valoarea Y=145 m.

Pentru a afla din care diviziuni anume ale celor două axe trebuie ridicate cele două perpendiculare, se are în vedere că distanța grafică între liniile acestui caroiaj este de 20 mm și se aplică regula de trei simplă astfel:

- pentru raportarea valorii X_B=235 m, se observă că aceasta se află cu 35 m la nord de linia caroiajului cu valoarea X=200 m și ca urmare:

100 m ... 20 mm
35 m ... X

$$x = \frac{35 \text{ m} \cdot 20 \text{ mm}}{100 \text{ m}} = \frac{700 \text{ mm}}{100} = 7 \text{ mm}$$

deci, se va ridica o perpendiculară de pe axa OX dintr-un punct situat cu 7 mm la nord de linia caroiajului de 200 m;

- pentru raportarea valorii Y_B=145 m, aceasta se află cu 45 m la est de linia caroiajului cu valoarea Y=100 și atunci

100 m ... 20 mm
45 m ... Y

$$y = \frac{45 \text{ m} . 20 \text{ mm}}{100 \text{ m}} = \frac{900 \text{ mm}}{100} = 9 \text{ mm}$$

ca urmare, se va ridica o perpendiculară de pe axa OY dintr-un punct situat cu 9 mm la E de linia caroiajului de 100 m; la intersecţia celor două perpendiculare se va afla punctul B.

Desigur, poziţia celor două perpendiculare se poate determina mai simplu, fără calcule, avînd în vedere că la scara de 1:5.000, 1 mm pe caroiaj = 5 m din teren.

2.1.4. Determinarea coordonatelor rectangulare pe hărţile topografice româneşti în proiecţiile Gauss-Krüger şi "Stereografică română - 1970".

Proiecţia Gauss-Krüger a fost adoptată, în anul 1924, pentru Harta internaţională a lumii la scara 1:1.000.000, iar în 1951 şi de ţara noastră pentru noua hartă topografică a României. Aceasta este o proiecţie pollcilindrică transversală întrucît, pentru harta internaţională a lumii - scara 1:1 mil., suprafaţa Globului pămîntesc a fost împărţită în 60 de fuse sferice a cîte 6^0 de longitudine, numerotate de la 1 la 60, de la meridianul de 180^0 spre E; fiecare fus a fost proiectat separat pe cîte un cilindru transversal şi tangent în lungul meridianului axial al fusului sferic. Teritoriul R.S.România este cuprins astfel: partea vestică pe fusul sferic numărul 34 (sau 4, numerotat de la meridianul Greenwich spre E) şi avînd meridianul axial de 21^0, iar partea estică, pe fusul sferic 35(5), avînd ca meridian axial pe cel de 27^0 long.E.

Proiecţia Gauss-Krüger a fost adoptată pentru harta topografică modernă a ţării noastre (tipărită în anii 1960-1964) deoarece prezintă deformări de distanţe şi de arii relativ mici şi permite suprapunerea unei reţele geometrice rectangulare.

In sistemul de coordonate rectangulare Gauss, sistemul de referinţă este format din două axe perpendiculare: axa OX, verticală, care s-a considerat paralelă la meridianul axial al fusului sferic şi la o distanţă de 500 km spre vest de acesta şi axa OY, care este proiecţia ecuatorului (Fig.43). In acest fel, toate punctele de pe teritoriul ţării noastre - situat la N de ecuator

se află în cadranul I şi au ambele coordonate rectangulare plane pozitive.

Pe foile hărţii topografice româneşti în proiecţia Gauss-Krüger (la scările 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000 şi 1:200.000), pentru determinarea mai rapidă a coordonatelor rectangulare ale oricărui punct, a fost trasată o reţea de linii paralele cu axele OX şi OY şi cu echidistanţa naturală de 1 km - la scările 1.25.000 şi 1:50.000, de 2 km - la scara 1:100.000 şi de 4 km - la scara 1:200.000, de unde şi numele de "reţea kilometrică". Aceste linii reprezintă coordonate Gauss cu o valoare rotundă în kilometri, care este notată la capetele lor, în spaţiul liber dintre cadrul intern şi cadrul gradat (cadrul geografic) şi prin intersecţia lor dau naştere unei reţele de pătrate cu suprafaţa de 1 km^2, 2 km^2 sau 16 km^2 (în funcţie de scara hărţii) alcătuind caroiajul rectangular (Fig.44). Se constată că, pe aceste foi topografice, liniile reţelei kilometrice nu sînt paralele cu laturile cadrului geografic, respectiv liniile "verticale" ale caroiajului rectangular nu sînt paralele cu meridianele geografice de pe cadrul estic şi cel vestic al hărţii. Liniile caroiajului sînt orientate pe direcţia nord topografic (N_T) şi între acesta şi direcţia nord geografic (N_G) există un unghi c=convergenţa meridianelor, a cărui mărime este indicată pe schema desenată sub cadrul sudic al foii topografice.

Pentru determinarea coordonatelor rectangulare ale unui punct A pe o astfel de foaie topografică la scara de 1:25.000 (Fig.44), din punctul A se coboară, în cadrul pătratului în care se află, două perpendiculare, una pe latura din stînga ce reprezintă linia "verticală" a reţelei kilometrice cu valoarea 5277 şi alta pe latura inferioară ce reprezintă linia "orizontală" a reţelei cu valoarea 6064 km.

Din desen rezultă că $X_A = 6064 \text{ km} + \Delta_x$

$Y_A = 5277 \text{ km} + \Delta_y$

Valorile Δ_x şi Δ_y se pot afla, cunoscînd că la scara de 1:25.000 latura pătratului are o lungime grafică totală de 40 mm, măsurînd în milimetri distanţele parţiale corespunzătoare MN şi MP şi aplicînd regula de trei simplă astfel:

- pentru calcularea valorii Δ_x:

40 mm ... 1000 m

(MN)31 mm ... Δ_x

$$\Delta_x = \frac{31 \text{ mm} \cdot 1000 \text{ m}}{40 \text{ mm}} = \frac{3100 \text{ m}}{4} = 775 \text{ m}$$

deci X_A=6064 km+775 m=6064, 775 km

- pentru determinarea valorii Δ_y:

40 mm ... 1000 m

(MP)35 mm ... Δ_y

$$\Delta_y = \frac{35 \text{ mm} \cdot 1000 \text{ m}}{40 \text{ mm}} = \frac{3500 \text{ m}}{4} = 875 \text{ m}$$

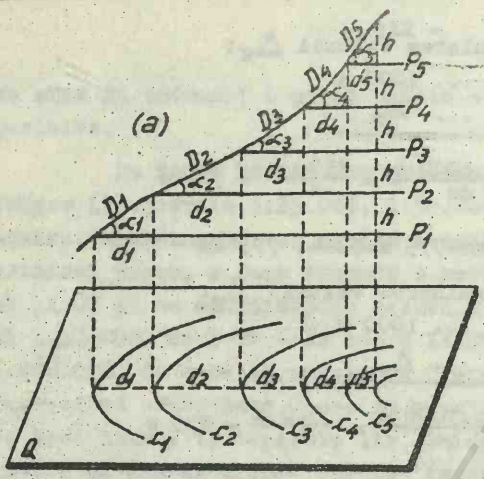
deci Y_A=5277 km + 875 m = 5.277,875 Km

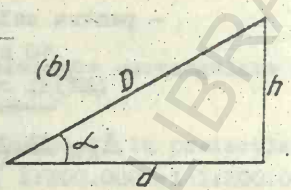
Valorile Δ_x și Δ_y se pot însă determina și printr-un calcul mai simplu: după măsurarea distanțelor parțiale MN=31 mm și MP=35 mm, se înmulțesc aceste mărimi cu valoarea unui milimetru la scara hărții (la sc.1:25.000, 1 mm=25 m în teren), rezultînd: Δ_x=31 mm.25 m=775 m

Δ_y=35 mm.25 m=875 m

Notă: Dacă pe hărțile topografice românești în proiecția Gauss-Krüger, un punct are valoarea absciseî X=6064, aceasta reprezintă exact distanța în kilometri a punctului față de ecuator. Pentru a ști, totodată, în ce fus sferic se află un punct, valorii ordonatei (Y) i s-a adăugat în față o cifră care indică numărul fusului, începînd de la meridianul Greenwich; astfel. dacă un punct are ordonata Y=5277, rezultă că punctul se află în fusul sferic nr.5 și la 277 km distanță față de axa OX, care însă este plasată cu 500 km spre vest de meridianul axial al fusului sferic; rezultă că, punctul este situat la vest de meridianul axial, la o distanță egală cu 500-277=223 km; dacă ordonata ar fi Y=4684, ar rezulta că punctul se află în fusul sferic nr.4 și la E de meridianul axial, la o distanță egală cu diferența 684-500=184 km.

De asemenea, menționăm că, pe noua hartă topografică întocmită în proiecția stereografică română - 1970 s-au păstrat





$d = D.\cos\alpha$
$d = h.\operatorname{ctg}\alpha$
$h = D.\sin\alpha$
$h = d.\operatorname{tg}\alpha$
$\operatorname{tg}\alpha = \frac{h}{d}$

$P_1 \ldots P_5$ = planuri de secționare a reliefului
$c_1 \ldots c_5$ = curbe de nivel

α = unghiul de pantă
h = echidistanța curbelor de nivel (diferența de nivel)
D = distanța măsurată în teren
d = distanța redusă la orizont (distanța grafică dintre curbele de nivel)

Fig. 45 - Determinarea unghiului de pantă

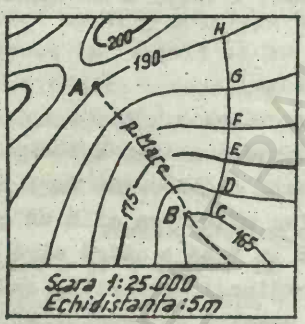
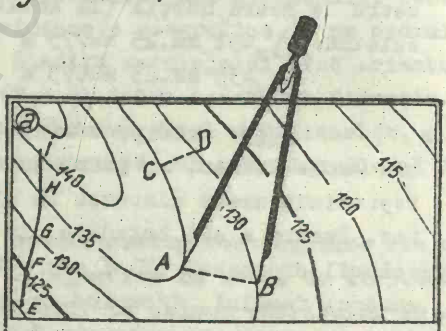


Fig. 46 Determinarea unei pante uniforme (AB) și linia de cea mai mare pantă (C-D-E-F-G-H)



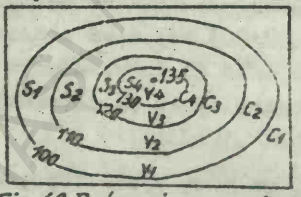


Fig. 48 Determinarea volumelor pe hărți în curbe de nivel

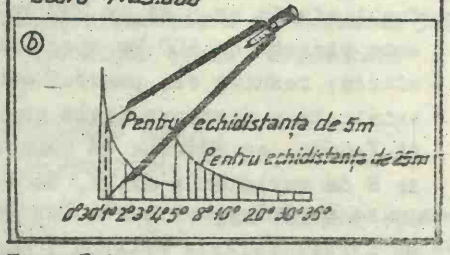


Fig. 47 Determinarea unghiului de pantă cu ajutorul graficului pantelor

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

neschimbate scheletul şi nomenclatura foilor topografice ca la proiecţia Gauss-Krüger şi în plus s-a asigurat un sistem unic de coordonate pentru întreaga ţară, iar determinarea acestora se efectuează identic.

2.2. Determinarea unghiului de pantă pe hărţile topografice

Cunoaşterea mărimii unghiului de pantă a terenului are o importanţă deosebită ştiinţifică şi practică.

Reprezentarea pe hărţi a reliefului prin metoda curbelor de nivel permite determinarea cu uşurinţă a acestei caracteristici a reliefului.

O reprezentare a reliefului prin curbe de nivel ($c_1, c_2 \ldots c_h$) se obţine prin secţionarea acestuia cu plane orizontale ($P_1 \ldots P$) echidistante pe verticală, la o distanţă h şi proiectarea conturului secţiunilor ortogonal pe un plan de referinţă orizontal Q (Fig.45). Două plane de secţionare, de ex. P_1 şi P_2, intersectează suprafaţa topografică (panta) la o distanţă D, care pe hartă este redusă la orizont (d) şi reprezintă distanţa dintre curbele de nivel c_1 şi c_2. Din desen se observă că distanţa (d) dintre curbele de nivel este în funcţie de mărimea unghiului de pantă α: cu cît α este mai mic, distanţa grafică dintre curbele de nivel (d) este mai mare şi invers.

Diferenţa de valoare dintre două curbe de nivel consecutive reprezintă echidistanţa curbelor de nivel, care este egală cu echidistanţa planelor de secţionare (h).

Din toate acestea rezultă că unghiul de pantă α poate fi determinat, pe hărţile în curbe de nivel, în funcţie de echidistanţa naturală (h) şi de distanţa grafică (d) dintre curbele de nivel.

Concluzia conform căreia distanţa grafică (d) dintre curbe de nivel este invers proporţională cu mărimea unghiului de pantă se consideră corectă numai din punct de vedere practic şi numai pentru unghiuri α sub 25°.

Cu ajutorul hărţilor topografice în curbe de nivel, mărimea unghiului de pantă α poate fi determinată fie prin calcule, fie grafic.

2.2.1. Determinarea unghiului de pantă α prin calcule

- Panta (p) exprimată cu ajutorul tangentei:

Dintr-un triunghi dreptunghic (Fig.45-b) se poate scrie relaţia:

$$p = tg\alpha = \frac{h}{d} \qquad (1)$$

Exemplu: pentru determinarea pantei dintre două puncte oarecare A şi B de pe hartă (Fig.46), se determină cotele celor două puncte (H_A şi H_B), iar diferenţa de nivel rezultată se raportează la distanţa măsurată pe hartă, deci distanţa redusă la orizont dintre ele (d); deci, aflînd H_A=190 m şi H_B=165 m şi că $H_A - H_B$=25 m, iar d=29 mm, care la scara 1:25.000 este = 725 m, înlocuind în relaţia (1) se obţine

$$p = tg\alpha = \frac{25}{725} = 0,034455$$

Din tabelele trigonometrice se poate afla că valoarea 0,034455 corespunde pentru tg $1^0 58'$ şi deci $\alpha = 1^0 58'$.

- Panta exprimată cu ajutorul cotangentei:

Din triunghiul dreptunghic (Fig.45-b) se mai poate scrie că

$$d = h\ ctg\alpha \qquad (2)$$

de unde

$$ctg\alpha = \frac{d}{h} \qquad (3)$$

- Valoarea pantei prin înmulţirea cu numărul constant 60:

Din trigonometrie se mai cunoaşte (pentru unghiuri sub 25^0 şi cu o oarecare aproximaţie):

$$tg\ 1^0 = \frac{1}{60};\ tg\ 2^0 = \frac{2}{60};\ tg\ 3^0 = \frac{3}{60}$$ ş.a.m.d

deci se poate scrie că:

$$tg\alpha = \frac{\alpha}{60} \qquad (4)$$

Înlocuind valoarea $tg\alpha$ în relaţia (1), rezultă:

$$\frac{\alpha}{60} = \frac{h}{d}, \qquad (5)$$

de unde:

$$\alpha = \frac{h}{d}.60$$

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Deci, mărimea unghiului de pantă α al terenului este egală cu raportul dintre echidistanța naturală (h) și distanța grafică - distanța orizontală (d) a curbelor de nivel înmulțit cu numărul constant 60.

Specialiștii geomorfologi au clasificat pantele după numeroase criterii. Una din clasificări deosebește două categorii de pante: uniforme și neuniforme - după cum unghiul de înclinare α este constant sau cu valori diferite pe sectoare, în lungul lor.

Exemplu: pentru determinarea valorii unghiului de înclinare α al unei pante uniforme (Fig.46) din lungul unui pîriu, între două puncte A și B, utilizînd relația (5), se determină mai întîi pe hartă, distanța dintre A și B, rezultînd d=29 mm = 725 m și apoi diferența de nivel h=25 m; introducînd aceste date în relație, rezultă:

$$\alpha = \frac{h}{d}.60 = \frac{25}{725}.60 = 2^{\circ},1$$

În cazul unei pante neuniforme, calculul valorii α se efectuează pe sectoare cu pante uniforme.

- Panta la sută sau la mie se calculează cu relațiile:

$$tg\alpha = \frac{h}{d}.100 \qquad (6)$$

$$tg\alpha = \frac{h}{d}.1000 \qquad (7)$$

Exemplu: cunoscînd că d=725 m și h=25 m, panta unui rîu între două puncte A și B (Fig.46) exprimată în valori procentuale (la % și la ‰) va fi:

$$p\% = \frac{25}{725}.100 = 0,034455.100 = 3,44\%$$

$$p‰ = \frac{25}{725}.1000 = 0,034455.1000 = 34,45‰$$

- Panta exprimată în grade (sexagesimale sau centesimale): Cunoscînd valoarea unei pante în procente, din tabelele trigonometrice speciale (Marin Mihail Giurescu - 1975 ș.a.) se poate extrage valoarea corespunzătoare în grade.

Exemplu: $\alpha = 10,51\% = 105,10‰ = 6^0$

$\alpha = 15,83\% = 158,38‰ = 10^0$

Pentru uzul curent, dăm mai jos un tabel succint (Tabelul nr.9) cu valorile cele mai folosite ale pantelor în procente pentru grade sexagesimale:

TABELUL nr.9

Valori ale pantelor în procente pentru grade sexagesimale: (după M.M.Giurescu-1975)

Panta în grade	Panta în procente		Panta în grade	Panta în procente	
	/%/	‰		%	‰
1^0	1,746	17,46	20^0	36,397	363,97
2^0	3,492	34,92	25^0	46,631	466,31
3^0	5,241	52,41	30^0	57,735	577,35
5^0	8,749	87,49	35^0	70,021	700,21
7^0	12,278	122,78	40^0	83,910	839,10
10^0	17,633	176,33	45^0	100,000	1000,00
15^0	26,795	267,95	50^0	119,175	1191,75

- Aprecierea pantei din vedere

Acest procedeu, descris în unele lucrări, este expeditiv și foarte practic.

Procedeul constă în compararea din vedere a distanței dintre două curbe de nivel consecutive ca valoare cu un segment de 1 cm. In prealabil, se calculează valoarea unghiului de pantă corespunzătoare unei distanțe reduse la orizont de 1 cm pe harta de lucru. Apoi, aprecierea pantei se efectuează ținînd cont de următoarea regulă: cu cît distanța dintre două curbe de nivel consecutive este mai mică decît 1 cm, de atîtea ori unghiul de pantă este mai mare decît unghiul corespunzător unui segment de 1 cm.

Astfel, pe o hartă la scara 1:25.000, cu echidistanța curbelor de nivel normale de 5 m, unghiul de pantă corespunzător unei distanțe reduse la orizont de 1 cm este

$$\alpha = \frac{5}{250} \cdot 60 = 1^0 2 \qquad (8)$$

Cunoscînd această valoare şi aplicînd regula de mai sus, se poate întocmi un tabel (Tabelul nr.10) al pantelor, pe care îl considerăm foarte practic de folosit.

TABELUL nr.10

Valoarea unghiului de pantă α pentru diverse distanţe grafice (d) între curbele de nivel consecutive

Distanţa d (cm)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0	2,0	4,0
α	12°,0	6°,2	4°,0	3°,6	2°,4	1°,2	0°,6	0°,4

Desigur, unghiul de pantă măsurat pe hartă, corespunzător distanţei reduse la orizont de 1 cm, depinde atît de scara hărţii, cît şi de echidistanţa curbelor de nivel normale, pentru valorile echidistanţei de 5, 10, 20 şi 40 m, pe hărţile topografice la scările 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000 şi respectiv 1:200.000, unghiul de pantă corespunzător distanţei de 1 cm este acelaşi şi egal cu 1°,2, deoarece raportul între echidistanţa şi scara hărţilor menţionate este constant, de 1/5. Dacă acest raport nu se păstrează, nici regula menţionată nu mai poate fi aplicată.

Precizăm că acest procedeu poate fi utilizat cu rezultate bune mai ales pentru unghiuri de pantă mai mici de 25°.

2.2.2. Determinarea grafică a unghiului de pantă

Valoarea înclinării unei direcţii de pe teren, poate fi determinată, pe planuri şi hărţi topografive în curbe de nivel, şi prin procedee grafice. Unul din cele mai cunoscute procedee grafice constă în suprapunerea distanţelor grafice (d) dintre curbele de nivel pe un grafic cunoscut sub denumirea de scara sau graficul pantelor, pe care se poate citi valoarea pantelor corespunzătoare distanţelor respective.

Se ştie că distanţa (d) dintre două curbe de nivel consecutive ca valoare (vecine) este cu atît mai mică cu cît unghiul de pantă α este mai mare şi invers, deşi între aceleaşi curbe de nivel există peste tot aceeaşi diferenţă de nivel (h) care reprezintă echidistanţa naturală. Astfel, în Fig.47-a se observă că între curbele de nivel vecine cu valorile de 130 şi de 135 m distanţa (d) pe

direcţia AB este mai mare decît pe direcţia CD, deşi între ele există aceeaşi echidistanţă de 5 m.

De asemenea, se cunoaşte că d=h.ctgα; cu cît α este mai mare, cu atît ctgα este mai mic şi cu atît distanţa (d) orizontală între curbele de nivel este mai mică. Această legătură între unghiul de pantă şi distanţa dintre curbele de nivel poate fi redată sub forma unui grafic, numit şi scara distanţelor orizontale.

Graficul pantelor se întocmeşte diferit, în funcţie de scara hărţii şi de echidistanţa curbelor de nivel (normală sau principală). Acest grafic permite determinarea înclinării direcţiilor fie ca valoare unghiulară, fie ca valoare metrică (la % sau la ‰)

Deşi au fost încercări de a justifica raportarea distanţelor orizontale în sens orizontal, cei mai mulţi autori întocmesc graficul pantelor ca în Fig.47-b: pe axa ordonatelor se marchează valorile pantelor în grade, la intervale egale, iar din fiecare punct se ridică perpendiculare, pe fiecare raportîndu-se distanţa dintre curbele de nivel, corespunzătoare valorii pantei în grade, deci în sens vertical. Unind capetele superioare ale acestor linii rezultă de fapt o diagramă sub formă de linie curbă.

Acest grafic permite determinarea unghiurilor de pantă nu numai pentru valorile înscrise direct, ci şi pentru cele vecine, intermediare.

Astfel, pentru determinarea valorii unghiului de pantă dintre două curbe de nivel consecutive (Fig.47-a) într-un punct A, se ia distanţa cea mai scurtă dintre cele două curbe (AB) între vîrfurile unui compas distanţier; cu această deschidere, se plasează apoi distanţierul pe graficul pantelor (Fig.47-b), deplasîndu-l cu unul din vîrfuri în lungul axei orizontale, de la stînga la dreapta, pînă cînd al doilea vîrf intersectează linia curbă; în acel moment se efectuează citirea valorii pe axa orizontală. În poziţia distanţierului din Fig.47-b, graficul indică, pentru distanţa AB, un unghi de pantă egal cu aproximativ $0^{0}45'$.

În cazul cînd nu dispunem de un compas distanţier, distanţa AB dintre două curbe de nivel consecutive poate fi înregistrată prin două liniuţe pe marginea unei benzi de hîrtie, care se

aplică apoi pe grafic în poziţie verticală la fel ca în cazul distanţierului.

Pe foile topografice în culori, există desenat, pe marginea de sub cadrul sudic, un grafic dublu al pantelor - unul pentru echidistanţa curbelor de nivel normale şi altul pentru echidistanţa curbelor principale.

Linia care uneşte două curbe de nivel consecutive şi este perpendiculară pe curba inferioară ca valoare (de exemplu, dreapta CD, perpendiculară pe curba de nivel de 130 m în punctul D) este denumită <u>linie de cea mai mare pantă</u>. Pe o hartă în curbe de nivel, pornind dintr-un punct de cotă oarecare (C) poate fi stabilit şi desenat, spre amonte şi spre aval de punctul considerat pe un versant, <u>traseul de cea mai mare pantă</u>, din aproape în aproape (traseul C-D-E-F-G-H, în Fig.46).

De asemenea, pe o astfel de hartă, poate fi stabilit cu uşurinţă şi un <u>traseu de aceeaşi pantă</u> (de o anumită valoare a pantei), aplicînd succesiv distanţe (d) egale între curbele de nivel, din aproape în aproape, pornind dintr-un punct (traseul E-F-G-H-I, în Fig.47-a). Astfel de trasee se stabilesc deseori în scopuri practice, de exemplu în vederea construirii unor căi de transport.

2.3. <u>Determinări de volume pe hărţi în curbe de nivel</u>

Deseori, în scopuri practice, este necesară şi determinarea volumelor, fie ale unor forme de relief pozitive sau negative, fie ale unor bazine acvatice. In birou, o astfel de determinare se poate executa prin măsurători şi calcule pe hărţi în curbe de nivel sau batimetrice şi utilizînd diverse formule matematice. Procedeul sau formula se alege în funcţie de configuraţia volumului de determinat.

Astfel, pentru <u>determinarea volumului unei forme de relief pozitive aproximativ conice</u>, pe o hartă topografică cu echidistanţa curbelor de nivel normale de 10 m (Fig.48), se poate utiliza relaţia:

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

în care: V_T=volumul total; V_1,V_2 și V_3 = volumele treptelor de relief cuprinse între curbele de nivel și care pot fi asimilate unor triunghiuri de con; V_4=volumul de pământ situat între curba de nivel superioară (130 m) și cota 135 m și care este asimilat unui con.

Pentru calcularea acestor volume parțiale, se măsoară cu planimetrul ariile S_1,S_2,S_3,S_4 aflate în interiorul celor patru curbe de nivel și se au în vedere: diferența de nivel (Δ_h) dintre curbele de nivel c_1 și c_2, c_2 și c_3, c_3 și c_4 și care este egală cu echidistanța curbelor normale (10 m) și înălțimea (h) dintre ultima curbă (c_4) și cota 135 m (deci h=50 m). Datele se introduc în relațiile:

$$V_1=\frac{S_1+S_2}{2}.\Delta_h;\ V_2=\frac{S_2+S_3}{2}.\Delta_h;\ V_3=\frac{S_3+S_4}{2}.\Delta_h \text{ și } V_4=\frac{S_4}{3}.h$$

Determinarea volumului de pământ corespunzător unei prisme de pământ cu baza triunghi va putea utiliza relația (Gh.Gavrilov și L.Gavrilov-1985):

$$V_1=S_1.\frac{h_1+h_2+h_3}{3}$$

în care: V_1 = volumul prismei de pământ
S_1 = suprafața bazei prismei
h_1,h_2,h_3 = cotele vîrfurilor triunghiului

Volumul de pământ corespunzător unei prisme de pământ cu baza dreptunghi se poate calcula cu relația:

$$V_j=S_j.\frac{h_1+h_2+h_3+h_4}{4}$$

în care: V_j = volumul prismei de pământ
S_j = suprafața bazei prismei
h_1,h_2,h_3,h_4= cotele vîrfurilor patrulaterului

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

LUCRAREA PRACTICA nr.3

3. LUNETA TOPOGRAFICA

3.1. Caracteristici tehnico-funcţionale

Luneta topografică este dispozitivul optic comun tuturor aparatelor topografice moderne, servind în principal la vizarea punctelor topografice ori a semnalelor topografice din teren, şi la măsurarea distanţelor pe cale indirectă (stadimetrică).

Deoarece măreşte diametrul aparent al obiectelor vizate, luneta permite o mai exactă precizare a direcţiilor şi ca urmare asigură o precizie sporită şi la măsurarea unghiurilor în teren. Pentru toate aceste motive, luneta reprezintă cel mai bun vizor topografic.

In topografie şi geodezie sînt utilizate lunetele de tip astronomic, formate în principal (Fig.49) din trei tuburi coaxiale telescopice: tubul obiectivului, tubul reticulului şi tubul ocularului.

Se cunosc două tipuri constructive de lunete: lunetă cu focusare exterioară şi lunetă cu focusare interioară.

Luneta cu focusare exterioară este luneta de tip clasic, formată din cele trei tuburi menţionate (Fig.49). La această lunetă planul imaginii este fix, iar reticulul este mobil.

Pe axa comună a celor trei tuburi sînt centrate lentilele obiectiv, lentilele ocular şi reticulul. Tubul reticular se poate deplasa în interiorul tubului obiectiv, cu ajutorul unui şurub exterior (cremalieră), în scopul facerii clare a imaginii obiectului vizat. Această operaţiune se numeşte focusarea exterioară a imaginii şi prin ea se deplasează planul reticulului în planul imaginii.

Astfel de lunete nu sînt etanşe perfect, permiţînd pătrunderea umidităţii şi a prafului şi au dezavantajul că deplasarea repetată a tubului reticular în tubul obiectivului duce la descentrarea reticulului, motive pentru care nu se mai construiesc.

LUNETA TOPOGRAFICĂ

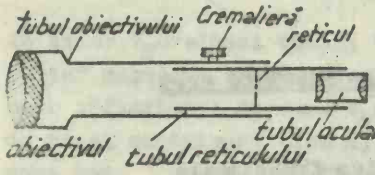


Fig. 49 - Schema unei lunete topografice clasice (cu focusare exterioară)

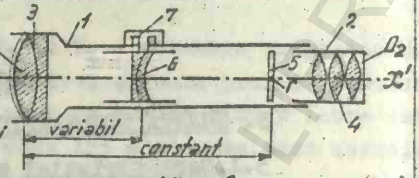


Fig. 50 Lunetă cu focusare interioară sau analitică (de tip Porro):
1 - tub obiectiv; 2 - tub ocular; 3 - obiectiv; 4 - ocular; 5 - reticul; 6 - lentilă divergentă de focusare; 7 - buton de focusare; r - centrul reticulului; O_1 - centrul optic al obiectivului; O_2 - centrul optic al ocularului; xx' - axa geometrică a lunetei; O_1O_2 - axa optică a lunetei

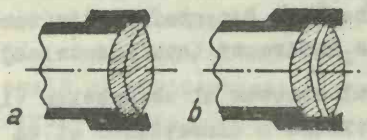


Fig. 51 - Obiectivul lunetei
a - cu lentilele lipite
b - cu lentilele depărtate

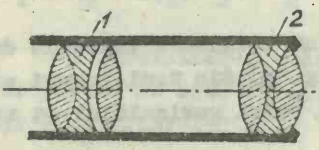


Fig. 52 - Teleobiectiv cu două grupuri de lentile:
1 - grup posterior (de focusare)
2 - grup anterior (obiectiv)

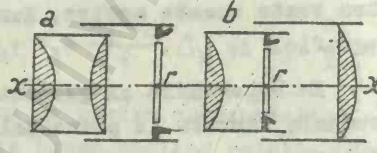


Fig. 53 - Ocularul lunetei
a - ocular pozitiv; b - ocular negativ

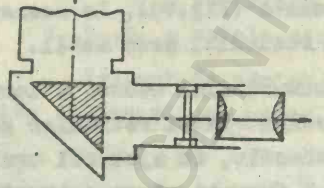


Fig. 54 - Ocularul cotit

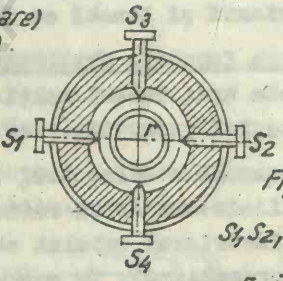


Fig. 55 - Reticulul lunetei
S_1, S_2, S_3, S_4 - suruburi de rectificare
r - intersecția firelor reticulare

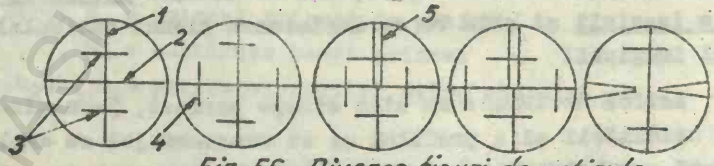


Fig. 56 - Diverse tipuri de reticule
1 - fir reticular vertical; 2 - fir reticular orizontal (nivelar); 3 - fir stadimetrice orizontale; 4 - fir stadimetrice verticale; 5 - fire duble

Luneta cu focusare interioară (Fig.50) este tipul de lunetă cu care sînt înzestrate aparatele topografice moderne. Ea este compusă numai din două tuburi coaxiale: tubul obiectiv (1) şi tubul ocular (2). In tubul obiectiv şi pe axa comună xx' sînt centrate reticulul (5) şi o lentilă de focusare interioară (6), care poate glisa în lungul axei xx' cu ajutorul unui dispozitiv acţionat de un buton (7), pentru clarificarea imaginii obiectului vizat.

Pentru vizarea aproximativă (orientarea iniţială a lunetei pe direcţia punctului vizat), lunetele mai vechi au pe partea superioară un dispozitiv format dintr-o cătare şi un înălţător, iar lunetele mai noi posedă un dispozitiv optic simplu, de forma unui tub, cu fire reticulare, numit colimator.

Obiectivul lunetei are rolul de forma imaginea obiectului vizat şi este alcătuit din minimum două lentile acromatice, fie lipite (Fig.51-a), fie cu spaţii între ele (Fig.51-b), ce formează un sistem optic convergent.

Aparatele moderne sînt înzestrate cu lunetă cu teleobiectiv, care permite construirea de lunete mai scurte dar cu distanţă focală mare, deci cu o putere de mărire sporită, fără a creşte lungimea lor. Un teleobiectiv (Fig.52) este obţinut prin asocierea a două grupuri de lentile: grupul de lentile anterioare (obiectiv) şi grupul de lentile posterioare (de focusare), al doilea deplasîndu-se între obiectiv şi reticul.

Ocularul lunetei măreşte imaginea obiectului formată de obiectiv şi este compus dintr-un sistem de minimum două lentile acromatice plan convexe, ce pot fi dispuse fie cu convexitatea faţă în faţă (Fig.53-a), rezultînd un ocular pozitiv, fie cu convexitatea spre obiectiv (Fig.53-b), rezultînd un ocular negativ. La construcţia instrumentelor topografice se utilizează ocularul pozitiv (denumit şi Ramsden), la care imaginea se formează în faţa lentilelor ocular, ceea ce impune plasarea reticulului înaintea ocularului.

Pentru vize foarte înclinate - cum sînt acelea din cadrul ridicărilor miniere în subteran, se utilizează ocularul cotit (Fig.54) care se fixează pe lunetă în locul ocularului obişnuit şi are în plus, pe lîngă ocular, o prismă cu reflexie totală.

Reticulul lunetei (Fig.55) este un inel metalic acoperit de o placă de sticlă pe care sînt gravate foarte fin două linii de un negru intens şi perpendiculare între ele denumite fire reticulare (Fig.56): firul reticular vertical şi firul reticular orizontal (nivelor). Inelul metalic este fixat în tubul obiectiv cu ajutorul şuruburilor de rectificare S_1, S_2, S_3, S_4 (Fig.55). Intersecţia firelor reticulare (punctul r) trebuie să se afle pe axa geometrică xx' a lunetei; în cazul unei abateri, readucerea centrului reticulului (r) pe axa geometrică se realizează cu ajutorul şuruburilor de retificare. Firele reticulare servesc la vizarea foarte exactă a punctelor topografice şi reprezintă trăsăturile reticulare principale. Unele lunete topografice posedă şi fire reticulare duble (Fig.56), care sporesc precizia vizării.

Lunetele stadimetrice mai au gravate în plsnul reticulului şi trăsături reticulare scurte, gravate în perechi orizontale sau o pereche orizontală şi una verticală, dar simetrice faţă de firul reticular respectiv şi denumite fire stadimetrice (Fig.56); ele servesc la măsurarea stadimetrică a distanţelor în teren.

Axele lunetei sînt în număr de trei şi ele trebuie să coincidă (Fig.57):

- axa optică O_1O_2, care uneşte centrele optice ale obiectivului (O_1) şi ocularului (O_2) şi care este nematerializată;

- axa geometrică xx', care este axa comună de simetrie a celor două tuburi ale lunetei, de asemenea nematerializată;

- axa de vizare rO_1, care uneşte centrul reticulului (r) cu centrul optic al obiectivului O_1 şi care este singura axă materializată prin centrul (r) al reticulului.

Formarea imaginii în luneta topografică. Conform Fig.57, imaginea unui obiect vizat - de exemplu o stadie verticală AB, aflată la o distanţă foarte mare p faţă de obiectiv, se formează cu ajutorul lentilei obiectiv (L.ob.) la o distanţă p' de acesta şi apare în forma ab, reală micşorată şi răsturnată, între lentila ocular (L.oc.) şi focarul ei (fi). Privită însă prin ocular, imaginea ab apare tot inversă, dar virtuală şi mărită (a'b').

Puterea de mărire a lunetei M (sau grosismentul), reprezintă numărul de arată de cîte ori imaginea unui obiect privit prin

lunetă (A) apare mai mare decît imaginea sa privită cu ochiul liber (a), sau este definită ca fiind raportul dintre distanţa focală a obiectivului (f_1) şi distanţa focală a ocularului (f_2), deci prin relaţia:

$$M = \frac{A}{a} = \frac{f_1}{f_2}$$

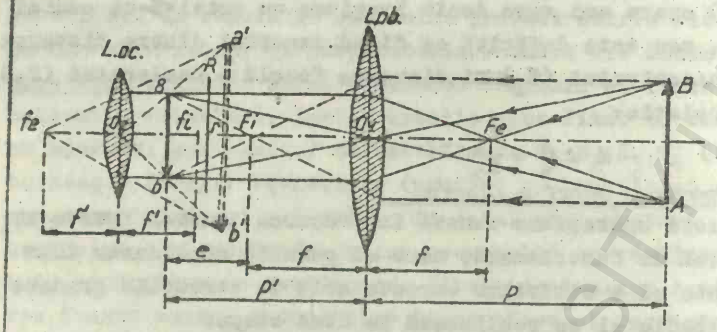
3.2. *Punerea la punct a lunetei*

Această operaţiune constă în aducerea lunetei într-o situaţie optimă de funcţionare, care să permită efectuarea unor vizări exacte şi a citirilor corecte atît la cercurile gradate, cît şi pe stadie şi se realizează în două etape:

a) Punerea la punct a reticulului (facerea clară a imaginii trăsăturilor reticulare). Privind iniţial prin ocular spre o suprafaţă luminoasă (bolta cerească), firele reticulare şi cele stadimetrice se văd foarte confuz, şterse, ca prin ceaţă, ceea ce împiedică vizările şi citirile corecte. Ca urmare se roteşte tubul ocular pînă cînd firele reticulare se vor vedea clar, sub forma unor linii subţiri, de culoare neagră închisă. Această operaţiune se execută la începutul măsurătorilor şi poate rămîne valabilă pentru toate vizările efectuate de acelaşi operator. Ea se simplifică mult cînd ocularul are gradaţii în dioptrii.

b) Punerea la punct a imaginii obiectului vizat (focusarea imaginii). După ce luneta a fost orientată pe direcţia stadiei (sau a altui obiect vizat), cu ajutorul dispozitivului exterior de vizare aproximativă (înălţător+căutare sau colimator), imaginea stadiei se vede iniţial în lunetă foarte confuz sau nu se vede deloc. Ca urmare se va acţiona butonul sau cremaliera (la aparatele mai vechi – Fig.50) sau manşonul de focusare (la aparatele moderne – Fig.64), pînă cînd imaginea stadiei se va vedea foarte clară. Imaginea va fi clară cînd planul imagine se va suprapune cu cel al firelor reticulare. Operaţiunea de focusare a imaginii se execută pentru fiecare viză nouă, deoarece ea depinde de distanţa stadiei faţă de lunetă.

La lunetele clasice se efectuează o focusare exterioară, deplasînd planul firelor reticulare în planul fix al imaginii, în timp ce la lunetele moderne se execută o focusare interioară, prin care planul imagine se deplasează în planul fix al firelor reticulare.



Lob - lentila obiectiv; Loc - lentila ocular; Fe - focarul exterior și Fi - focarul interior al obiectivului; fe și fi - focarele ocularului; AB - stadie verticală.

Fig. 57 Formarea imaginii în luneta topografică

Fig. 58 Punctarea obiectelor vizate

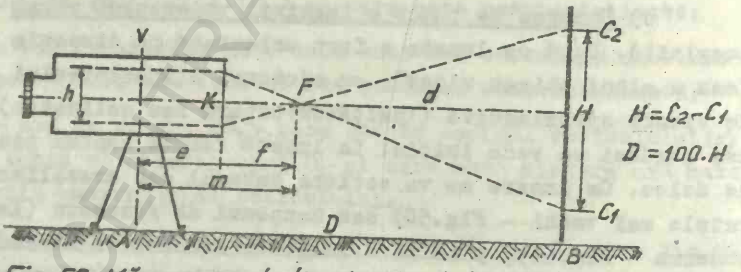


Fig. 59 Măsurarea stadimetrică a distanțelor pe teren orizontal

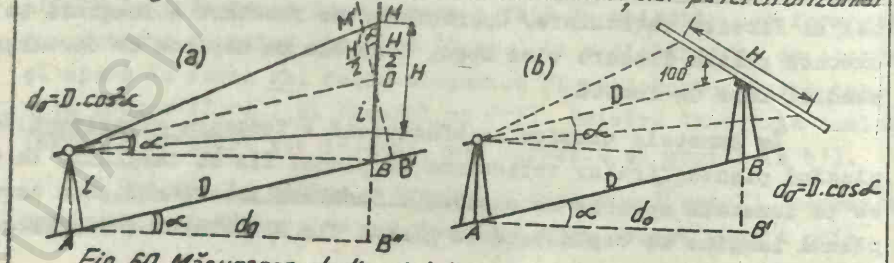


Fig. 60 Măsurarea stadimetrică a distanțelor pe teren înclinat

3.3. Punctarea obiectelor vizate

Această operaţiune constă în aducerea centrului reticulului (r), respectiv a intersecţiei firelor retiulare pe punctul matematic din teren, urmează operaţiunii anterioare şi se execută în trei faze (Fig.58). Astfel, dacă avem de vizat vîrful unui jalon situat la sol pe un punct T:

- în faza I, eliberînd ambele mişcări (azimutală şi verticală) ale lunetei, aceasta se îndreaptă spre vîrful jalonului, urmărind ca imaginea lui să fie prinsă undeva în cîmpul lunetei, după care se blochează cele două mişcări ale lunetei;

- în faza II se acţionează micrometrul mişcării verticale, pînă cînd firul reticular orizontal va ajunge în dreptul punctului T;

- în faza III se manevrează micrometrul mişcării azimutale (orizontale), pînă cînd centrul reticulului (r) va ajunge în dreptul punctului T.

In cazurile cele mai frecvente cînd se vizează o stadie verticală, aceasta se plasează în poziţie verticală, deasupra punctului topografic, materializat obişnuit printr-un ţăruş, avînd pe mijloc un cui, astfel încît mijlocul bazei stadiei să cadă pe mijlocul ţăruşului; în continuare se efectuează punctarea mijlocului bazei stadiei, respectînd cele trei faze menţionate, după care se poate citi unghiul orizontal. Dacă se cere şi măsurarea unghiului vertical (de pantă) şi a distanţei stadimetrice, se eliberează mişcarea verticală şi se roteşte luneta în plan vertical pînă cînd firul reticular orizontal va ajunge în dreptul diviziunii egale cu înălţimea (i) a lunetei, măsurată anterior; numai după ce operatorul cu stadia este dirijat să menţină mijlocul acesteia în dreptul firului reticular vertical (care se află pe verticala punctului din teren), se pot efectua citirile corespunzătoare.

LUCRAREA PRACTICA nr.4

4. MASURAREA INDIRECTA A DISTANTELOR IN TEREN

4.1. Generalităţi

Măsurarea distanţelor reprezintă una din operaţiunile de bază în topografie şi poate fi efectuată pe două căi: direct şi indirect.

Măsurarea directă a distanţelor în teren constă în parcurgerea acestora prin aplicarea unor instrumente etaloane ca: lanţul cu zale (lanţul de arpentaj), panglica de oţel (cu lungimi de 10, 20, 50 până la 100 m), ruleta (din oţel sau pînză), rigla din metal sau lemn (cu lungimi de 2-5 m), compasul (capra sau stînjenul), roata de perimetru, podometrul, firul de oţel (ex.firul Ciurileanu, cu lungimea de 100 m) şi firul de invar (cu lungimi de 24 sau 48 m) - ultimele două etaloane asigurînd cea mai mare precizie.

Măsurarea indirectă a distanţelor se efectuează pe cale optică, sînt mai rapide, nu mai necesită parcurgerea distanţelor cu etaloane şi asigură o precizie satisfăcătoare pentru necesităţile topografiei. Astăzi sînt utilizate patru metode principale de măsurare indirectă a distanţelor în teren: stadimetrică, telemetrică, paralactică şi a undelor (metoda electromagnetică, folosind aparate cu purtătoare microunde radar, numite şi radiotelemetre şi metoda electrooptică folosind aparate cu purtătoare unde de lumină sau modulatoare de lumină, denumite telemetre electrooptice). Descriem în continuare primele două metode.

Distanţele măsurate în teren se reduc la orizont, în vederea raportării lor pe planuri şi hărţi topografice.

4.2. Măsurarea stadimetrică a distanţelor

4.2.1. Instrumente şi aparate necesare

Pentru măsurarea distanţelor din teren prin această metodă sînt necesare: un aparat topografic cu lunetă stadimetrică şi stadii sau mire topografice.

a) Lunetа stadimetricа este orice lunetă de aparat topografic care posedă în planul reticulului, pe lîngă firele reticulare şi fire stadimetrice (Fig.56), orizontale sau verticale; firele stadimetrice orizontale servesc la măsurarea stadimetrică a distanţelor cu stadii verticale, iar pentru măsurarea cu firele stadimetrice verticale se utilizează stadiile orizontale. Există lunete stadimetrice simple, reanalatice (de tip vechi) şi anelatice (tip Porro).

b) Stadiile (sau mire) topografice sînt instrumente accesorii aparatelor topografice care servesc la măsurarea directă a distanţelor verticale şi mai ales la măsurarea indirectă a distanţelor înclinate ca şi în măsurători de nivelment. După modul de aşezare în teren, stadiile sînt de două feluri: verticale (cele mai folosite) şi orizontale.

Stadiile verticale sînt de mai multe tipuri: obişnuite, telescopice, suspendate (miniere), bilaterale, panou, de invar ş.a.

Stadiile obişnuite au aspectul unor rigle mari, sînt confecţionate din lemn de brad bine uscat şi fiert în ulei de in sau vopsit şi avînd dimensiuni diferite: unele sînt stadii scurte, dintr-o singură piesă cu dimensiunile 200 x 10 x 3 cm sau 150 x 10 x 3 cm, iar altele sînt stadii lungi, pliante, confecţionate din două piese identice ca dimensiuni, dînd o lungime totală de 3 m sau 4 m; aceste stadii lungi se pliază şi sînt prevăzute cu un mîner pentru a fi transportate mai comod.

Aceste stadii au o faţă gradată în centimetri pe un fond alb; la cele mai simple centimetrii sînt grupaţi cîte 5 sub forma braţelor şi interbraţelor literei E (Fig.61) şi cîte 10 de o parte şi de cealaltă a mijlocului stadiei, sau în diverse alte combinaţii; pe stadie sînt marcaţi şi numerotaţi decimetrii, iar un metru este vopsit în negru şi următorul în roşu, deci alternativ, pentru a fi mai uşor deosebiţi de la distanţă; gradaţiile sînt foarte riguroase şi pot avea forme diferite ca: dreptunghiuri, triunghiuri, linii.

Valorile decimetrilor sînt notate cu cifre în poziţie normală - pentru lunete ce arată imaginea normală, sau în poziţie

inversă - pentru lunete ce arată imaginea răsturnată, dar toate aceste stadii se ţin în poziţie verticală, pe punctul topografic, cu diviziunea zero la sol.

Stadiile telescopice se deosebesc de cele obişnuite doar prin faptul că sînt confecţionate din 4-5 părţi ce culisează una în alta.

Stadiile suspendate sînt acelea utilizate în ridicările din subteran; ele sînt construite din sticlă sau un material transparent, sînt iluminate din spate în timpul lucrului şi se atîrnă de tavanul galeriilor printr-un inel.

Mirele bilaterale au ambele feţe divizate.

Stadiile de invar sînt confecţionate tot din lemn, au secţiunea în forma literei T, iar pe mijlocul feţei utile este prinsă longitudinal o bandă de invar pe care sînt două scări divizate din 5 mm în 5 mm, marcate pe două rînduri cu origini diferite şi avînd între ele un decalaj cunoscut cu exactitate, fiind utilizate în măsurători de mare precizie.

Mirele panou sînt confecţionate dintr-o riglă din lemn, cu lungimea de 2-3 m, avînd spatele divizat iar pe faţă un panou culisabil, dreptunghiular sau circular şi împărţit în 4 sectoare (cadrane) vopsite alternativ în roşu şi negru.

Stadiile orizontale pot fi obişnuite sau cu reperi fioşi, ambele tipuri montîndu-se deasupra punctelor topografice în poziţie orizontală pe un trepied (Fig.60-b). De asemenea, sînt prevăzute la mijloc cu un dispozitiv de vizare, ce permite instalarea lor într-o poziţie perpendiculară pe axa de vizare a lunetei staadimetrice.

Stadiile orizontale obişnuite sînt confecţionate la fel ca cele verticale obişnuite, avînd doar cifrele notate în poziţie perpendiculară pe direcţia lor.

Stadia orizontală cu reperi fioşi este alcătuită din două tuburi a cîte 1 m lungime, avînd în fiecare cîte un fir de invar ce se întinde cu un resort, iar la capetele exterioare cîte un mic panou de vizare; prin întinderea firelor de invar se asigură o lungime constantă a stadiei, între panouri, de 2 m. Această

stadie este utilizată mai ales la măsurarea distanțelor prin metoda paralactică.

Cele mai frecvente sînt măsurătorile cu stadia verticală, dar stadiile orizontale asigură o precizie mai mare.

4.2.2. Măsurarea stadimetrică a distanțelor cu stadia verticală

Măsurarea pe un teren orizontal

Principiul măsurării stadimetrice a unei distanțe AB (Fig. 59) constă în plasarea în punctul A a unui aparat cu lunetă stadimetrică (teodolit, tahimetru sau nivelmetru), iar în B a unei stadii verticale și citirea pe aceasta a numărului generator (H) care reprezintă numărul de milimetri citiți pe stadie între firul stadimetric orizontal de sus și cel de jos.

In cazul unei lunete simple (Fig.59), din desen rezultă că, din cele două triunghiuri isoscele asemenea, cu vîrful în F (focarul obiectivului lunetei), se poate scrie:

$$\frac{K}{H} = \frac{f}{d}, \text{ de unde } d = \frac{f}{K}.H$$

Prin construcție, raportul $\frac{f}{K} = 100$ și este denumit coeficient stadimetric. Ca urmare:

$$d = 100.H$$

Dacă H se exprimă în centimetri, el indică numărul de metri dintre focarul F și stadie, de unde și denumirea de număr generator.

Insă distanța AB=D=d+(f+e)

sau: D=d+m , în care: e=distanța de la obiectiv la verticala punctului A, iar m=f+e este denumită constantă aditională.

Mărimea m poate avea valori între 20-50 cm și este specificată în prospectul lunetei.

Incă de la începutul secolul XX-lea, au fost realizate lunete analatice (tip Porro), la care punctul F este adus pe verticala punctului A cu o lentilă analatică (analizor), plasată între lentila obiectiv și reticul (Fig.50).

La aceste lunete m=o şi ca urmare se obţine relaţia

$$D=100.H$$

care este denumită formula stadimetrică

Această relaţie se aplică numai în cazurile mai rare în care punctele A şi B se găsesc pe aceeaşi suprafaţă orizontală sau cu un unghi de pantă (α) sub 2^0.

Lunetele moderne - cum sînt acelea ale teodolitelor - tahimetre Wild T_1, Zeiss Theo-030, 020, 020 A ş.a. nu mai sînt dotate cu o lentilă analizor; totuşi, distanţa se obţine cu aceeaşi formulă, întrucît funcţia acestei lentile este suplinită de un teleobiectiv, printr-o alegere corespunzătoare a elementelor sale constructive.

Măsurarea pe terenuri înclinate

In cazul suprafeţelor înclinate (Fig.60-a) cu o pantă mai mare de 2^0, distanţele se determină cu formula fundamentală a stadimetriei

$$d_0=D.\cos^2\alpha$$

în care: d_0= distanţa redusă la orizont
D = distanţa măsurată stadimetric pe teren înclinat
α = unghiul de înclinare (de pantă) a terenului

Aşadar, în vederea raportării lor pe planuri sau hărţi topografice, distanţele măsurate pe cale stadimetrică, pe terenuri cu o pantă mai mare de 2^0, trebuie reduse la orizont. Pentru aceasta, trebuie măsurată şi valoarea unghiului de pantă (α).

Pentru aflarea unghiului de pantă în teren, în punctul A (Fig.60-a) se pune în staţie un aparat care, pe lîngă lunetă stadimetrică, posedă şi cerc gradat vertical (teodolit sau teodolit tahimetru); se aduce luneta în poziţie orizontală şi cu o stadie se măsoară înălţimea (i) la care se află axa lunetei, de exemplu i=1450 mm, iar în punctul B se ţine o stadie verticală; se vizează stadia la mijlocul capătului de jos, se blochează mişcarea azimutală a lunetei după care se roteşte luneta în plan vertical pînă cînd firul reticular orizontal ajunge în dreptul diviziunii 1450 mm, deci la înălţimea lunetei; se blochează mişcarea verti-

cală a lunetei, după care se pot efectua citirea unghiului de pantă și citirile pe stadie în dreptul firelor stadimetrice orizontale, pentru determinarea numărului generator H și apoi a distanței stadimetrice (D).

Determinarea numărului generator (H) pe stadia verticală

Așa cum am mai menționat, stadia verticală se ține în teren cu reperul (diviziunea) zero jos, la sol. Pentru a fi ținută în poziție verticală, aceste stadii posedă pe partea din spate o nivelă sferică.

Numărul generator (H) reprezintă diferența dintre cele două citiri efectuate pe stadie (Fig.59, 60-a) în dreptul firelor stadimetrice orizontale: C_1 în dreptul firului stadimetric de jos și C_2 în dreptul firului stadimetric de sus. Totdeauna C_2 este mai mare decît C_1 și deci

$$H = C_2 - C_1$$

întrucît o citire pe stadie reprezintă înălțimea în milimetri la care se vede firul stadimetric orizontal față de diviziunea zero a stadiei, aflată la sol. Se ivesc însă două situații:

- cînd luneta arată imaginea răsturnată (Fig.61-a), valorile pe stadie se văd crescînd de sus în jos și ca urmare citirea mai mare (C_2) va fi cea din dreptul firului stadimetric de jos, iar citirea mai mică (C_1) aceea de sus;

- dacă luneta arată imaginea normală (Fig.61-b), valorile pe stadie se văd crescînd de jos în sus, încît ordinea citirilor după mărimea lor va fi cea normală: citirea mai mică (C_1) jos și citirea mai mare (C_2) sus.

Pentru verificarea rezultatelor se obișnuiește a se efectua și o a treia citire (C_o) în dreptul firului reticular orizontal, utilizînd-o apoi în relația

$$H = 2(C_o - C_1)$$

Rezultatul obținut trebuie să fie egal cu valoarea H obținută prin diferența citirilor $C_2 - C_1$; în caz contrar, se refac citirile.

Astfel, în cazul din Fig.61-a, s-au obținut citirile: C_1=1144 și C_2=1256. Utilizînd prima relație, valoarea H va fi: $H=C_2-C_1=1256-1144=112$ mm. Folosind citirea C_0=1200, se obține valoarea $H=2(C_0-C_1)=2(1200-1144)=2.56=112$ mm, deci citirile C_1 și C_2 au fost efectuate corect.

Efectuarea citirilor pe stadia verticală și determinarea distanței

O simplă citire (C) pe stadie se compune mai frecvent din patru și mai rar din trei cifre, de exemplu C_2=1256 (Fig.61-a) sau C_1=818 (Fig.61-b); primele două cifre (12) sau, respectiv prima cifră (8) reprezintă numărul de decimetri întregi ce se citesc pe stadie de sus în jos (Fig.61-a) sau de jos în sus (Fig.61-b) pînă în dreptul firului stadimetric, în aceste cazuri, de jos; a treia cifră (5) sau respectiv a doua cifră (1) reprezintă numărul de centimetri întregi care se mai pot citi pînă în dreptul firului stadimetric, iar ultima cifră (6 și respectiv 8) reprezintă numărul de milimetri ce mai apar pînă la firul stadimetric și care se estimează din ochi.

In cazul lunetelor care arată imaginea inversă (Fig.61-a), imaginea stadiei apare cu valorile crescînd de sus în jos, iar citirile se efectuează de sus în jos, pînă în dreptul firelor stadimetrice orizontale, citirea mai mare (C_2) fiind cea de jos;

In cazul lunetelor ce arată imaginea normală (Fig.61-b), valorile pe stadie apar crescînd de jos în sus, încît citirea cu valoarea mai mare (C_2) va fi cea din dreptul firului stadimetric de sus.

Valorile citirilor obținute se introdus în relațiile menționate pentru determinarea numărului generator (H) în milimetri și apoi a distanței (D) în metri.

Exemplu: In Fig.61-b sau obținut C_1=818 și C_2=982, de unde $H=C_2-C_1=164$ mm.

Dacă se utilizează strict relația D=100.H, atunci D= =16.400 mm=16,4 m.

Pentru determinarea mai rapidă a distanței, se are în vedere că 1 cm citit pe stadie între firele stadimetrice este

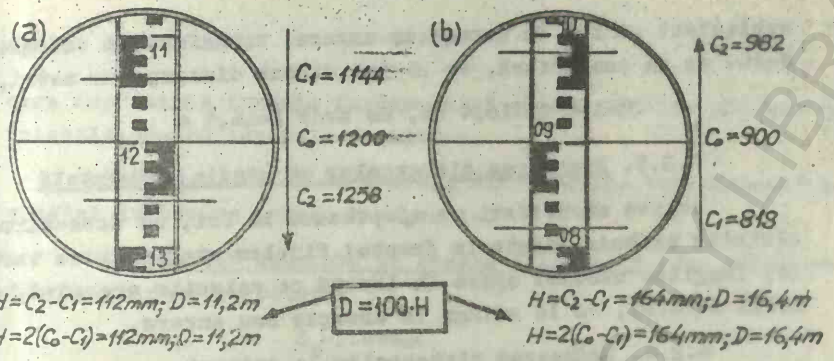
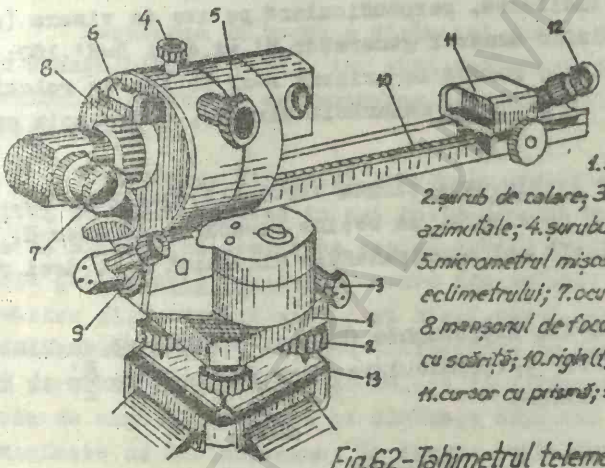


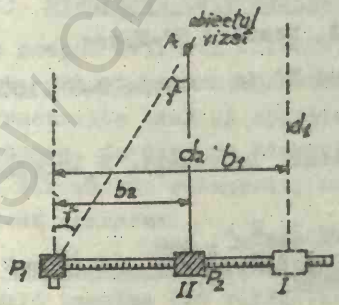
Fig. 61 - Citirea distanțelor pe stadia verticală

a. lunetă cu imaginea răsturnată; b. lunetă cu imaginea normală



1. suportul de bază; 2. șurub de calare; 3. micrometrul mișcării azimutale; 4. șurubul mișcării verticale; 5. micrometrul mișcării verticale; 6. nivela eclimetrului; 7. ocularul lunetei (frînt); 8. manșonul de focusare; 9. microscopul cu scăriță; 10. rigla (tija) gradată (baza); 11. cursor cu prismă; 12. lupă; 13. trepied.

Fig. 62 - Tahimetrul telemetru B.R.T. 006



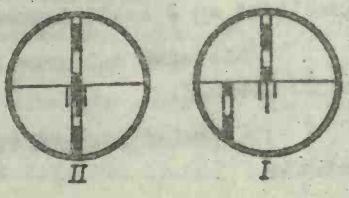


Fig. 63 - Schema măsurării distanțelor cu tahimetrul telemetru B.R.T. 006 - „Zeiss - Jena"

BCU IAȘI CENTRALA UNIVERSITARĂ LIBRARY

echivalent cu 1 m în teren; ca urmare, transformînd valoarea H=164 mm în centimetri, se obţine direct distanţa în metri, deci

H=164 mm=16,4 cm, de unde D=16,4 m

4.2.3. Măsurarea distanţelor cu stadia orizontală

Aceste măsurători se efectuează la fel, cu deosebirea că citirile trebuie făcute în dreptul firelor stadimetrice verticale; imaginea stadiei apare în lunetă cu valorile crescînd, după felul lunetei, de la stînga la dreapta sau invers.

4.2.4. Reducerea distanţelor la orizont

Distanţele măsurate cu stadia verticală pe terenuri înclinate (Fig.60-a) trebuie reduse la orizont. Ideal ar fi ca stadia să fie ţinută înclinată, perpendiculară pe axa de vizare (poziţia B'M'), obţinînd numărul generator H' şi deci D=H'.100; în acest caz, distanţa redusă la orizont s-ar obţine cu relaţia $d_0=D.\cos\alpha$, ca în situaţia măsurării directe, de exemplu cu panglica de oţel.

Deoarece stadia este ţinută verticală (poziţia BM), deci înclinată pe axa de vizare, se obţine numărul generator H, care este mai mare decît cel corespunzător distanţei D şi deci rezultă D=H.100.

În triunghiul dreptunghic OM'M se observă că unghiul MOM'= $=\alpha$, avînd laturile perpendiculare, iar cateta $OM'=\frac{H'}{2}$ şi ipotenuza $OM=\frac{H}{2}$; ca urmare

$$\frac{H'}{2}=\frac{H}{2}.\cos\alpha;$$

înmulţind cu 2 ambii termeni, rezultă $H'=H\cos\alpha$.

Înlocuind valoarea lui H' în relaţia D=H'.100, rezultă $D=100\ H.\cos\alpha$.

Înlocuind această valoare în relaţia $d_0=D.\cos\alpha$, se obţine relaţia

$$d_0=100.H.\cos^2\alpha, \text{ sau}$$
$$d_0=D.\cos^2\alpha,$$

care reprezintă formula fundamentală a stadimetriei şi care este valabilă pentru lunetele analitice.

Valoarea $\cos^2\alpha$ se extrage din tabelele trigonometrice special întocmite pentru topografie.

Distanţele măsurate cu stadia orizontală (Fig.60-b) se reduc la orizont cu relaţia

$$d_0 = D.\cos\alpha$$

ca în cazul măsurării distanţelor pe cale directă, deoarece această stadie este ţinută totdeauna perpendiculară pe axa de vizare, indiferent de înclinarea terenului.

Măsurarea în teren a distanţei dintre două puncte A şi B şi a unghiului de pantă, iar apoi calcularea distanţei reduse la orizont, permite şi determinarea diferenţei de nivel dintre aceleaşi puncte.

Calcularea distanţei reduse la orizont şi a diferenţei de nivel se poate efectua în mai multe moduri cu ajutorul unor rigle de calcul, cu nomograme sau cu tabele speciale. Astfel de tabele pot fi trigonometrice - care dau valorile liniilor trigonometrice şi produsele $\cos^2\alpha$ şi $\sin\alpha.\cos\alpha$ (cum sînt tabelele lui D.Ciurileanu,1950), sau tahimetrice de coordonate topometrice care dau direct distanţa redusă şi diferenţa de nivel în funcţie de unghiul de pantă şi distanţa măsurată (cum sînt acelea imaginate de D.Ciurileanu, Gh.Agapie, G.Sanfelici ş.a.).

4.3. Măsurarea telemetrică a distanţelor

În scopul evitării calculelor de reducere a distanţelor la orizont, cît şi pentru sporirea preciziei măsurării acestora, au fost construite însă şi aparate adecvate denumite tahimetre autoreductoare, de diverse tipuri şi tahimetre telemetre autoreductoare. Din aceste categorii, mai folosite la noi sînt următoarele două aparate:

- Tahimetrul autoreductor Zeiss-Redta 002 este un tahimetru cu dublă imagine (cu refracţie), ceva mai masiv decît un tahimetru obişnuit şi care posedă un sistem de citire a distanţelor reduse, iar pentru determinarea diferenţei de nivel cu rela-

ția $\Delta_h = D.tg\alpha$, valoarea $tg\alpha$ se citește pe o scară tangențială care apare în cîmpul microscopului, cu o precizie de 0,001. Pentru măsurătorile cu acest aparat se utilizează mire orizontale "Redta" de diverse lungimi: mira cu L=2,09 m, cu două verniere, divizată din 2 cm în 2 cm pentru un domeniu de măsurare de la 2,5 m la 180 m; mira de 1,52 m și de 0,77 m cu care se pot măsura distanțe pînă la 128 m și respectiv 66 m.

- Tahimetru telemetru autoreductor BRT 006 (Zeiss-Jena), este un telemetru cu baza variabilă în aparat și unghi paralactic constant, prevăzut cu un sistem autoreductor, prin care se obține direct distanța redusă la orizont. Aspectul și părțile componente sînt redate în Fig.62. În esență se compune dintr-un teodolit-tahimetru ce prezintă unele modificări adecvate scopului construirii sale: o lunetă cu un ocular cotit (7), avînd un manșon de focusare interioară (8) a imaginii obiectului vizat, iar în fața obiectivului un dispozitiv optic autoreductor și o prismă fixă pentagonală (P_1); în fața acesteia din urmă, se află o tijă orizontală - riglă gradată (10), pe care se mișcă un cursor (11); ce are în interior o prismă pentagonală (P_2) iar în exterior o lupă (12) pentru citirea diviziunilor riglei, care constituie baza variabilă a aparatului.

Principiul de măsurare a distanțelor (Fig.63): fasciculul luminos de la obiectul vizat (ce poate fi o stadie verticală, sau orice alt obiect alungit pe verticală - un jalon, un baston, trunchiul unui pom etc) este deviat de prisma mobilă P_2 cu 100^g și paralel cu baza, și cu $100^g + f$ de prisma fixă P_1. Pornind inițial prin ocular, obiectul vizat, de exemplu un jalon (Fig.63-I) se va vedea ca rupt în două părți, partea de jos deplasată spre stînga în lungul unei linii orizontale de separație; ca urmare, cu mîna dreaptă, se deplasează prisma mobilă P_2, pînă cînd cele două părți ale jalonului se văd în concidență (Fig.63-II). Din desen, se constată că, în faza I, distanței d_1 îi corespunde o lungime a bazei b_1, iar în faza II, distanței d_2 îi corespunde o bază b_2, formîndu-se un triunghi dreptunghic AP_1P_2, de unghi paralactic $\frac{f}{3} = \frac{1}{200}$ și baza variabilă b, de unde

$$d = \frac{b}{f} \quad \text{sau} \quad d = b \cdot ctg f$$

Valoarea unghiului paralactic γ este astfel aleasă încît cotangenta lui să fie egală cu 200, încît relaţia devine

$$d = 200.b$$

In acest caz, fiecare centimetru al bazei valorează 2 m în teren. Pentru comoditate, baza este gradată direct în metri. Intrucît baza acestui aparat are, conform diviziunilor, o lungime de 30,5 cm, permite măsurarea unor distanţe de cel mult 61 m precizia fiind mai mică decît la măsurarea cu fire stadimetrice O citire poate fi d=23,64 m, în care metrii (23) şi decimetrii (6) se pot citi direct, iar centimetrii (4) se estimează. Pentru orizontală specială distanţe mai mari de 61 m se poate utiliza o mirăV- semnal de vizare (mira BRT-006), cu care se pot măsura distanţe de pînă la 180 m; în acest caz, eroarea dată de constructor este de ± 6 cm/100 m.

Avînd cerc orizontal şi cerc vertical, acest aparat este indicat pentru ridicări tahimetrice expeditive în zone aglomerate, intravilane, zone împădurite.

Se consideră că eroarea asupra distanţelor este proporţională cu pătratul distanţei

4.4. Precizia măsurării indirecte a distanţelor. Toleranţe

La măsurarea distanţelor pe cale indirectă se produc erori inevitabile, ce pot avea cauze diferite.

Astfel, în cazul cel mai frecvent al măsurării distanţelor cu fire stadimetrice şi stadia verticală, chiar dacă stadia ar fi ţinută perfect verticală şi ar fi perfect gradată, iar valoarea constantei stadimetrice K ar fi exact 100, distanţa poate fi afectată de eroarea de citire a numărului generator H; uneori, din oboseală, se poate citi greşit numărul de centimetri sau se poate estima greşit numărul de milimetri pe stadie.

De asemenea, eroarea medie de citire pe stadie în dreptul unui fir stadimetric este şi funcţie de refracţia pe verticală, vibraţia şi oscilaţia straturilor de aer, ca şi de grosimea şi paralaxa firelor stadimetrice.

In timpul aceluiaşi fel de măsurători, pot interveni şi erori de verticalitate, sau de diviziune a stadiei.

In general, erorile ce intervin la astfel de măsurători sînt destul de importante şi cu atît mai mari cu cît accidentaţia terenului este mai pronunţată. Cu toate acestea, în condiţii normale de lucru, pe terenuri practic orizontale, dacă luneta măreşte de cel puţin 24 x se conteazâ pe o precizie de 7 cm/50 m şi 10 cm/100 m, de unde toleranţe de 15,0 cm la 50 m şi de 20 cm la 100 m. Accidentaţia terenului oferă însă şi avantaje, permiţînd alegerea punctelor astfel încît vizele să se înalţe mult deasupra terenului şi astfel să micşoreze efectul refracţiei atmosferice şi vibraţiilor.

Deoarece precizia măsurătorilor scade cu distanţa, se recomandă ca distanţele măsurate pe cale stadimetrică să nu depăşească, după unii specialişti (A.Russu-1968), 100 m pentru punctele importante, 120 m pentru puncte curecare şi 150 m pentru punctele de importanţă secundară, iar după alţi specialişti (Gh. Gavrilov şi colab. - 1985), să nu fie mai mari de 300 m.

In cazurile cele mai obişnuite ale terenurilor înclinate, cînd se măsoară şi unghiul de pantă, se recomandă ca distanţele să se măsoare dus şi întors, iar rezultatele să se compare cu toleranţele admise (Tabelul nr.11).

TABELUL nr.11

Toleranţe admise la măsurarea stadimetrică a distanţelor, cu stadia verticală (după Gh.Gavrilov şi colab. - 1985)

Distanţa (m)	Toleranţe (m)			
	Panta terenului			
	5^g-10^g	10^g-20^g	20^g-30^g	30^g-40^g
50	0,17	0,22	0,27	0,32
60	0,18	0,23	0,28	0,33
70	0,20	0,25	0,29	0,34
80	0,22	0,26	0,30	0,36
90	0,23	0,27	0,31	0,38
100	0,25	0,29	0,33	0,40
110	0,27	0,32	0,35	0,42
120	0,28	0,33	0,38	0,44
130	0,30	0,35	0,39	0,46
140	0,32	0,37	0,42	0,48
150	0,35	0,40	0,45	0,50

BCU IAŞI / CENTRALA UNIVERSITARĂ / LIBRARY

4.5. Determinarea expeditivă a distanţelor în teren

Cunoaşterea de către geografi, geologi şi alţi specialişti, a procedeelor de determinare expeditivă (rapidă, dar de precizie redusă) a distanţelor în teren este foarte utilă, atît în cercetările de teren, cît şi pentru efectuarea unor ridicări topografice expeditive.

In funcţie de timpul avut la dispoziţie, precizia dorită şi condiţiile oferite de teren, determinarea expeditivă a distanţelor se poate realiza prin procedee directe sau procedee indirecte.

Măsurarea directă este desigur mai precisă, dar mai greoaie, necesitînd parcurgerea distanţelor (ex.cu pasul) şi întîmpinînd dificultăţi dacă terenul este accidentat, sau prezintă diverse obstacole.

Procedeele indirecte, deşi sînt mai aproximative, în schimb sît mai economice, mai rapide, nefiind necesară parcurgerea distanţelor şi pot fi aplicate şi pe terenuri accidentate, cu diverse obstacole mai ales naturale (cursuri de apă, lacuri, areale mlăştinoase etc.). Principalele procedee indirecte sînt:

- Determinarea distanţelor din vedere. Aprecierea distanţelor din vedere depinde de mărimea distanţelor, gradul de antrenament, vizibilitatea în momentul respectiv ş.a.

Distanţele pot fi apreciate după mărimea aparentă a obiectelor vizate sau după depărtarea aparentă a acestora. Pentru aceasta trebuie avute în vedere următoarele:

- obiectele par mai mari cu cît sînt mai apropiate;

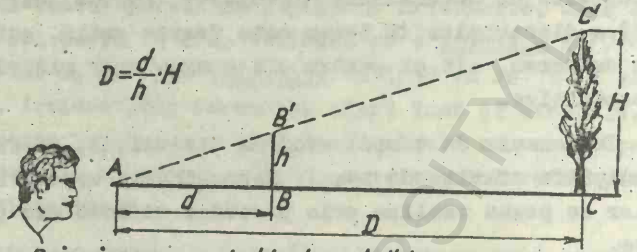
- obiectele mai mari par mai apropiate decît acelea mai mici aflate la aceeaşi distanţă;

- obiectele par mai apropiate în condiţii bune de vizibilitate şi par mai depărtate în condiţii reduse de vizibilitate;

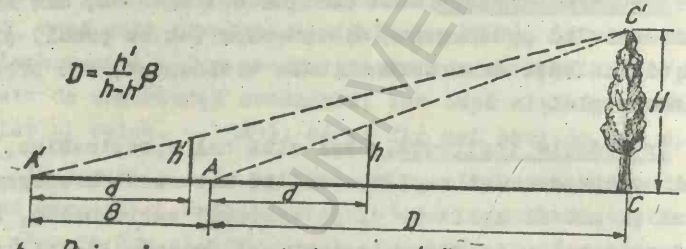
- obiectele de culori deschise par mai apropiate decît cele de culori închise situate la aceeaşi distanţă;

- obiectele din teren matod (şes) par mai apropiate, îndeosebi cele situate dincolo de un lucru întins de apă;

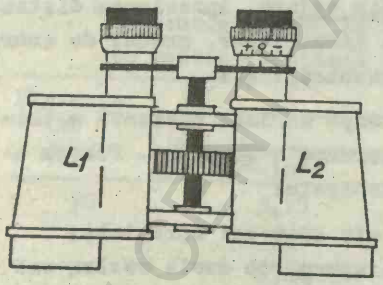
Fig. 64-Procedee expeditive de măsurarea distanțelor



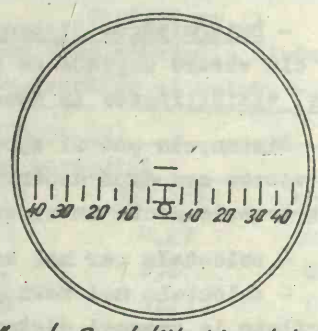
a- Prin vizarea unui obiect cu înălțimea cunoscută



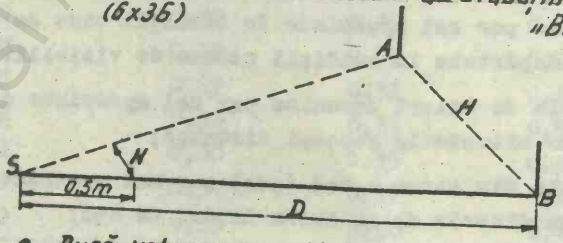
b- Prin vizarea unui obiect cu înălțimea necunoscută



c- Binoclul „Busch Rathenow" (6x36)



d- Gradațiile binoclului „Busch Rathenow"



e- După valoarea unghiulară a obiectelor

BCU IASI CENTRALA UNIVERSITY LIBRARY

- obiectele observate de jos în sus, de la picioarul pantei spre vîrf, par mai apropiate decît cele privite de sus în jos ş.a.

Pentru determinarea aproximativă a distanţelor, în condiţiile bune de vizibilitate, pentru o vedere normală, dăm mai jos (Tabelul nr.12) următoarele date utile:

TABELUL nr.12

Date utile pentru aprecierea distanţelor din vedere

Nr. crt.	Obiecte vizate	Distanţa de la care pot fi văzute (m)
1.	Ochii şi nasul unui om	70
2.	Tiglele acoperişurilor	200
3.	Imbrăcămintea şi culoarea ei	250
4.	Capetele oamenilor şi forma coafurii	400
5.	Bustul unui om	600
6.	Trunchiurile copacilor	1.000
7.	Pomii şi oamenii izolaţi	2.000
8.	Coşurile de pe acoperişuri	3.000
9.	Ferestrele caselor	4.000
10.	Casele izolate	5.000

- Determinarea distanţelor cunoscînd înălţimea obiectelor. In acest scop, este necesară o riglă gradată. In vederea măsurării, rigla se ţine în poziţie verticală, cu mîna întinsă în faţa ochilor. Lungimea normală a mîinii întinse este apreciată a fi, în medie, de 60 cm. Privind dintr-un punct A un obiect din teren (de ex. un stîlp, un pom etc.) pînă la care se va determina distanţa D (Fig.64-a), înălţimea lui H (cunoscută) se va încadra într-o mărime aparentă (h) pe riglă. In desen, rezultă două triunghiuri asemenea: ABB' şi ACC'. Ca urmare, se poate scrie egalitatea

$$\frac{AC}{AB} = \frac{CC'}{BB'} \text{ , sau } \frac{D}{d} = \frac{H}{h} \text{ ,}$$

de unde

$$D = \frac{d}{h} \cdot H$$

Pentru evitarea erorilor, este necesar ca mărimile d și h să se exprime în aceleași unități de măsură, de ex. în centimetri, încît unitatea de măsură a înălțimii H (metri) va exprima și mărimea distanței determinate D.

Exemplu: dintr-un punct de stație A (Fig.64-a) a fost observat un copac izolat cu înălțimea H=30 m, care s-a încadrat pe rigla verticală la dimensiunea h=1,5 cm. Cunoscînd și lungimea brațului întins d=60 cm, rezultă:

$$D = \frac{60 \text{ cm}}{1,5 \text{ cm}} \cdot 30 \text{ m} = 1200 \text{ m}$$

La acest procedeu, se consideră că, dacă se citește pe riglă cu o eroare de ± 1 mm, eroarea determinării distanțelor este ± 50 m.

- Determinarea distanțelor vizînd obiecte cu înălțimea necunoscută. În acest caz (Fig.64-b) sînt necesare două puncte de stație A și A_1' situate pe același aliniament cu obiectul vizat. În desen, distanța AA'=B reprezintă baza măsurată între cele două stații de observare a aceluiași obiect cu înălțimea H necunoscută, încît h este mai mare decît h'. Observarea obiectului se efectuează identic ca în cazul anterior. Din schema celor două observări ale obiectului, se pot scrie rapoartele de proporționalitate:

$$D = \frac{d}{h}.H \text{ și } D+B = \frac{d}{h'}.H$$

Mărimea H necunoscută se scoate, pentru eliminare, din prima relație, rezultînd $H = \frac{h}{d}.D$ care se introduce în a doua relație. Simplificînd și grupînd termenii, se obține formula:

$$D = \frac{h'}{h-h'}.B$$

Folosind rigla gradată, determinarea distanțelor, prin acest procedeu, se face cu o aproximație de $\frac{1}{20} - \frac{1}{50}$.

- Determinarea distanțelor cu binoclul. Binoclul (Fig.64-c) este un aparat de observare cu o largă utilizare practică; este folosit atît pentru observarea obiectelor situate la distanțe mari, cît și pentru măsurarea expeditivă a unghiurilor și distanțelor. În principiu, este compus din două lunete monoculare (L_1 și L_2)

legate printr-un dispozitiv numit şarnieră şi care asigură paralelismul axelor optice ale monocularelor în orice poziţie. O lunetă monoculară este un sistem optic alcătuit din obiectiv, prisme redresoare şi ocular, constituind un sistem telescopic. În monocularul drept (L_2) se mai află şi un reticul dispus în planul focal al obiectivului. Ambele oculare, sau numai ocularul drept este prevăzut cu un inel gvînd un indice (reper zero) al dioptriilor şi un manşon de focusare a imaginii elementelor reticulului. Reticulul este o plăcuţă de sticlă avînd gravate pe faţa dinspre ocular, scalele de măsurat, cu diviziuni în miimi. Gradaţiile sînt unghiulare, dispuse pe două axe perpendiculare sau numai pe orizontală (Fig.64-d), avînd un reper zero unic în centrul reticulului.

O miime este mărimea unghiulară de $\frac{1}{6.000}$ din circumferinţa cercului şi egală cu a mia parte din raza acestuia (care poate fi considerată drept distanţa pînă la un obiect oarecare).

Miimea mai este definită ca unghiul sub care se vede o lungime de 1 m la distanţa de 1000 m. Deci, lungimea arcului l, corespunzătoare unei miimi este egală cu a mia parte din distanţă, adică $l = \frac{D}{1000}$.

În general, lungimea unui arc L de N miimi se exprimă prin relaţia

$$L = \frac{N.D}{1.000}$$

Pentru unghiurile mici (sub 300 miimi), se consideră că arcul L este egal cu segmentul de tangentă H corespunzător acestui arc, deci L=H. Ca urmare, relaţia devine

$$H = \frac{N.D}{1.000}$$

care se utilizează la determinarea înălţimii sau lăţimii unui obiect, situat la o distanţă D cunoscută, măsurînd cu binoclul valoarea unghiulară N sub care acesta se vede.

Dacă se vizează cu binoclul un obiect cu înălţimea H cunoscută (un pom, un stîlp, o clădire, un turn etc), se poate determina distanţa D pînă la care acesta se găseşte, cu relaţia

$$D = \frac{H}{N}.1.000$$

De obicei, cea mai mică diviziune a scalei binoclului este egală cu 5 miimi (Fig.64-d), ceea ce înseamnă că o lungime de 5 m situată la o distanță de 1.000 m va fi observată în limitele unei diviziuni mici a binoclului.

Exemplu: un coș de termocentrală cu înălțimea H=30 m, a fost observat cu binoclul sub un unghi de 15 miimi (deci N=15), ca urmare,

$$D = \frac{30}{15}.1000 = 2.000 \text{ m}$$

- Determinarea distanțelor după valoarea unghiulară a obiectelor. Un obiect de lungime sau înălțime cunoscută (H) poate fi observat, în dreptul unei rigle, sub un unghi exprimat într-un număr de milimetri variabil cu distanța D. Dacă se utilizează o riglă ținută la 50 cm față de ochi (cu o sfoară ținută în gură), 1 mm de pe riglă va fi egal cu 2 miimi. Ca urmare, pentru obținerea numărului de miimi (N), numărul de milimetri se va înmulți cu 2 miimi. Datele se introduc în relația $D = \frac{H}{N}.1000$.

Exemplu (Fig.64-e): dintr-un punct de staționare S, intervalul dintre doi stîlpi A și B, cu lungimea H=60 m, a fost observat cu rigla sub o valoare unghiulară de 15 mm, deci n=15 mm x 2= =30 miimi; ca urmare $D = \frac{60}{30}.1000 = 2.000$ m.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

LUCRAREA PRACTICA nr.5

5. CUNOASTEREA TEODOLITULUI

5.1. Generalităţi

Instrumentele utilizate pentru măsurarea în teren a unghiurilor orizontale şi verticale sînt denumite în general goniometre.

Precizia cea mai înaltă la măsurarea unghiurilor este asigurată de goniometrele ce posedă ca vizor o lunetă topografică şi care sînt denumite teodolite.

In topografie, sînt utilizate astăzi două categorii de teodolite: - teodolite propriu-zise şi teodolite-tahimetre (tahimetre).

Deosebirea esenţială între aceste două categorii constă în precizia măsurării unghiurilor: teodolitele propriu-zise asigură o precizie foarte mare, de pînă la $10^{cc}(10'')$ sau $1^{cc}(1')$, cum este "THEO-010" Zeiss, în timp ce precizia tahimetrelor este de cel mult $1^{c}(1')$.

De asemenea, tahimetrele posedă obişnuit o lunetă stadimetrică, permiţînd astfel efectuarea de măsurători rapide, atît de unghiuri, cît şi de distanţe (tahis=repede); dintre acestea amintim modelele: TT-50(sovietic), THEO-030, THEO-020, THEO-020 A, THEO-020 B, THEO-120 ş.a. de la firma Zeiss-Jena.

După modul de construcţie, teodolitele şi tahimetrele sînt de două tipuri:

- de tip clasic, avînd cercurile gradate construite din metal, iar pentru citirea diviziunilor acestora posedă dispozitive ca vernierul (ex.:T.T.-50, Freiberger, Hildebrand ş.a.);

- moderne, care au cercurile gradate din cristal şi sînt înzestrate cu dispozitive optice de citire centralizată într-un singur microscop (ex.:O.T.10(sov.), THEO-010 A, THEO-030, THEO-020, THEO-020 A, THEO-020 B ş.a.).

Unele aparate moderne, zise automate, posedă dispozitive optice suplimentare şi folosesc mire speciale pe care se citesc

direct, fără calcule, distanța redusă la orizont și diferența de nivel dintre punctul de stație și punctele vizate. Din această categorie fac parte tahimetrele autoreducătoare. Unele permit citirea directă numai a distanțelor reduse la orizont (ex.Redta-002 și BRT-006 de la Zeiss-Jena; Kern DM-M, Kern DK-RV, Kern DK-RT; Sanguet; TARI ș.a.), iar altele dau direct și diferența de nivel (ex.DAHLTA 010 A-Zeiss; Kern DKR, Kern R1-RA; Wild RDS, Wild RDH ș.a.).

După posibilitățile de mișcare ale cercului gradat orizontal (limbul) se deosebesc trei tipuri de teodolite-tahimetre:

- tipul simplu, la care limbul este fixat pe arborele principal, pe el rotindu-se cercul alidad, încît are numai mișcare înregistrătoare; acest tip de aparate nu se mai construiește;

- tipul repetitor, la care limbul se poate elibera și bloca pe arborele principal, se poate roti în jurul axei principale (verticale) în același timp cu alidada; astfel de instrumente permit măsurarea unui unghi orizontal de mai multe ori cu origini diferite; mișcarea repetitoare este caracteristică tahimetrelor și denumită mișcare generală (ex.Theo-030 Zeiss);

- tipul reiterator, la care limbul se poate roti în jurul axei principale independent de alidadă, acționarea lui realizîndu-se cu un șurub reiterator, mișcarea reiteratoare este caracteristică teodolitelor și ea permite introducerea de origini diferite pe o direcție (ex.teodolitele Zeiss Theo-010, Wild T_2 ș.a.).

5.2. Părțile componente ale unui teodolit-tahimetru clasic

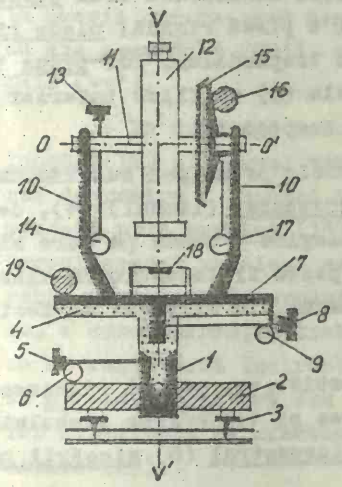
Un teodolit-tahimetru de tip clasic, cum este tahimetrul sovietic T.T.50 (Fig.65-a), posedă următoarele piese principale:

- Arborele principal (1) este piesa care susține, la partea superioară, tot restul aparatului propriu-zis; axa sa este denumită axa principală, sau axa verticală (vv'), în jurul ei putîndu-se roti întregul aparat; în vederea arătării măsurători, aceasta trebuie adusă în poziție perfect verticală.

- Suportul de bază, denumit și ambază (2), este piesa de legătură a aparatului propriu-zis cu platforma trepiedului; la aparatele moderne, ambaza are forma unei prisme triunghiulare

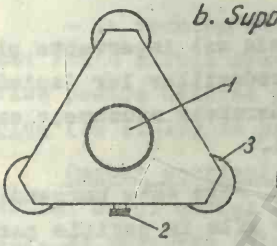
Fig. 65 Schema unui teodolit-tahimetru clasic (T.T.50)

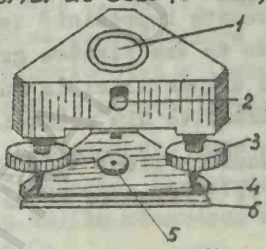
a. Părțile componente



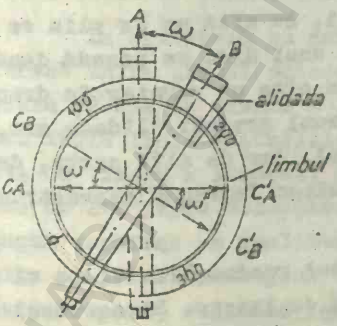
1. arborele principal; 2. suport de bază; 3. șuruburi de calare; 4. cercul gradat orizontal (limbul); 5. șurubul mișcării general; 6. micrometrul mișcării generale; 7. cercul alidad; 8. șurubul mișcării azimutale (orizontale sau înregistratoare); 9. micrometrul mișcării azimutale; 10. furcile lunetei; 11. arborele secundar (orizontal); 12. luneta; 13. șurubul mișcării verticale a lunetei; 14. micrometrul mișcării verticale; 15. cercul gradat vertical (eclimetrul); 16. nivela superioară (nivela torică a eclimetrului); 17. micrometrul nivelei superioare; 18-19. nivele tonice pentru calarea limbului; vv'. axa principală (verticală) 00' axa secundară (orizontală)

b. Suportul de bază (ambaza)





1. locaș pentru arborele principal; 2. șurub de fixare a arborelui principal; 3. șurub de calare; 4. placă flexibilă; 5. locaș filetat pentru introducerea șurubului pompă; 6. placă rigidă.



C. cercul orizontal și măsurarea unghiului orizontal ω

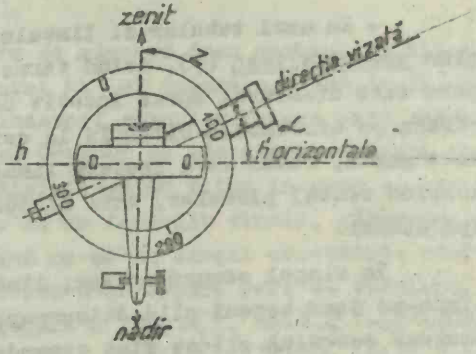


Fig. 66. Cercul vertical și măsurarea unghiului zenital (z) și a unghiului vertical (α).

(Fig.65-b) avînd în mijloc un locaș (1), în care se introduce partea inferioară a arberelui principal, care se fixează printr-un șurub exterior (2) iar la partea inferioară trei <u>șuruburi de calare</u> (3), o placă flexibilă și o placă rigidă; <u>placa rigidă</u> (6) se sprijină direct pe platforma trepiedului, iar <u>placa flexibilă</u> (4) posedă în mijloc un orificiu (5) cu filet interior în care se introduce șurubul pompă al trepiedului.

- La partea superioară, arberele principal susține un ax tubular vertical cu <u>cercul gradat orizontal</u> (limbul) (4), de forma unui disc (Fig.64-e) ce are pe margine o bandă pe care sînt gravate diviziunile cercului, care poate fi împărțit în sistemul sexagesimal (360^0) sau, la cele moderne, în sistemul centesimal (400^g).

Tahimetrele moderne sînt repetitoare, permit mișcarea limbului pe arberele principal, blocarea și eliberarea limbului fiind comandate prin <u>șurubul</u> (5) și <u>micrometrul</u> (6) <u>mișcării generale</u>.

Cercurile gradate reprezintă cele mai importante piese ale aparatului, deoarece de exactitatea gradațiilor lor depinde precizia de măsurare a unghiurilor; la aparatele moderne, cercurile orizontale sînt construite din cristal.

In timpul măsurătorilor, limbul, care este perpendicular pe axa principală (vv'), trebuie să se afle în poziție perfect orizontală.

- In axul tubular al limbului, se află un ax plin ce susține <u>cercul alidad</u> (7), avînd forma unui disc ce posedă două repere zero diametral opuse însoțit de cîte un vernier în dreptul cărora se efectuează citirile la cercul gradat. Alidada are, pe de o parte, rolul de a proteja limbul, iar de altă parte, de a susține restul pieselor, care alcătuiesc împreună suprastructura aparatului.

In timpul măsurătorilor, limbul rămîne blocat, pe el mișcîndu-se doar cercul alidad împreună cu luneta. Blocarea și eliberarea cercului alidat sînt comandate prin <u>șurubul</u> (8) <u>și micrometrul</u> (9) <u>mișcării azimutale</u> (orizontale).

- La partea superioară, alidada susţine două furci (10), în umerii cărora este montat arborele secundar-orizontal (11), cu axa secundară (OO'), care este perpendiculară pe axa principală (vv').

- Pe arborele secundar sînt montate, solidar cu acesta, luneta (12) şi cercul vertical, cu rol de eclimetru (15). Mişcarea de rotire a lunetei în plan vertical şi blocarea sa sînt comandate prin surubul (13) şi micrometrul (14) mişcării verticale. Cercul gradat vertical se mişcă, odată cu luneta, în timpul măsurării unghiurilor verticale faţă de două repere zero (Fig.66) fixe, a căror direcţie trebuie adusă în plan orizontal, operaţiune ce se realizează indirect, cu ajutorul unei nivele torice denumită nivela superioară sau nivela eclimetrului (16). Calarea nivelei superioare se efectuează acţionînd micrometrul nivelei superioare (17).

- In vederea calării limbului, deasupra alidadei sînt montate: fie o nivelă sferică pentru calare aproximativă şi o nivelă torică pentru calarea propriu-zisă a limbului; fie două nivele torice (18 şi 19) în poziţie perpendiculară.

Cercul vertical (eclimetrul) este construit din acelaşi material ca şi cercul orizontal, iar gradarea se realizează asemănător. El serveşte (Fig.66) la măsurarea unghiurilor zenitale (Z) sau a celor de pantăe (α).

La aparatele cu care se măsoară doar unghiul vertical (α) format între planul orizontal hh' al reperelor zero de la eclimetru şi axa de vizare a lunetei, cercul vertical este astfel gradat încît linia gradaţiilor 0^g-200^g se găseşte în acelaşi plan cu axa de vizare a lunetei, diviziunea 0^g fiind în spre ocular iar cea de 200^g spre obiectiv. La un teodolit clasic, măsurarea unui unghi vertical se realizează ca şi la cercul orizontal, efectuînd cîte o citire în dreptul celor două repere zero cu verniere, diametral opuse, obţinînd valorile α' şi α''. Dacă $\alpha''=\alpha'+200\pm 2c_c$, se calculează valoarea unghiului vertical ca media între valorile obţinute:

$$\alpha = \frac{\alpha' + \alpha''}{2}$$

La teodolitele moderne (ex.Theo-020A Zeiss) cercul vertical este montat cu linia diviziunilor 100^g-300^g pe direcţia axei de vizare a lunetei (ca în Fig.66) şi cu diviziunea 0^g pe direcţia zenitală. La aceste aparate, unghiul citit direct la cercul vertical este unghiul zenital (Z), iar unghiul vertical (α) se determină funcţie de unghiul zenital măsurat, după caz, cu relaţiile:

$\alpha = 100 - Z$ (pentru unghi vertical pozitiv) şi
$\alpha = Z - 100$ (pentru urghi vertical negativ).

Unghiurile verticale nu pot fi măsurate cu origini diferite, ca la unghiurile orizontale, deoarece originea zero se află de obicei în planul înclinat de vizare.

Modul de gradare a cercului vertical diferă de la un grup la altul de teodolite.

- Trepiedul este stativul pe care se fixează teodolitul (şi alte aparate topografice) deasupra punctului de staţie, în vederea ocupării măsurători în teren. Un trepied este compus din: platforma (măsuţa) trepiedului având în mijloc un gol, în care se mişcă un surub pompă montat pe o pîrghie mobilă; la partea inferioară a platformei sînt montate trei picioare din lemn, prevăzute la capete cu saboţi metalici pentru fixarea în pămînt şi care sînt de obicei telescopice, pentru adaptarea la denivelările terenului. Şurubul pompă este prevăzut la partea inferioară cu un cîrlig, de care se poate atîrna un fir cu plumb.

5.3. Descrierea unui teodolit-tahimetru modern

Deşi schema generală de construcţie este asemănătoare, tahimetrele moderne prezintă, faţă de cele clasice, numeroase modificări şi îmbunătăţiri, ce au ca scop uşurarea şi mărirea rapidităţii măsurătorilor de unghiuri şi distanţe.

Folosind ca bază descrierea teodolitului-tahimetru modern model "THEO-020 A" (Zeiss-Jena) din Fig.67, prezentăm în continuare principalele îmbunătăţiri.

a) Majoritatea pieselor componente sînt mascate de o carcasă, care le protejează împotriva prafului şi umezelii.

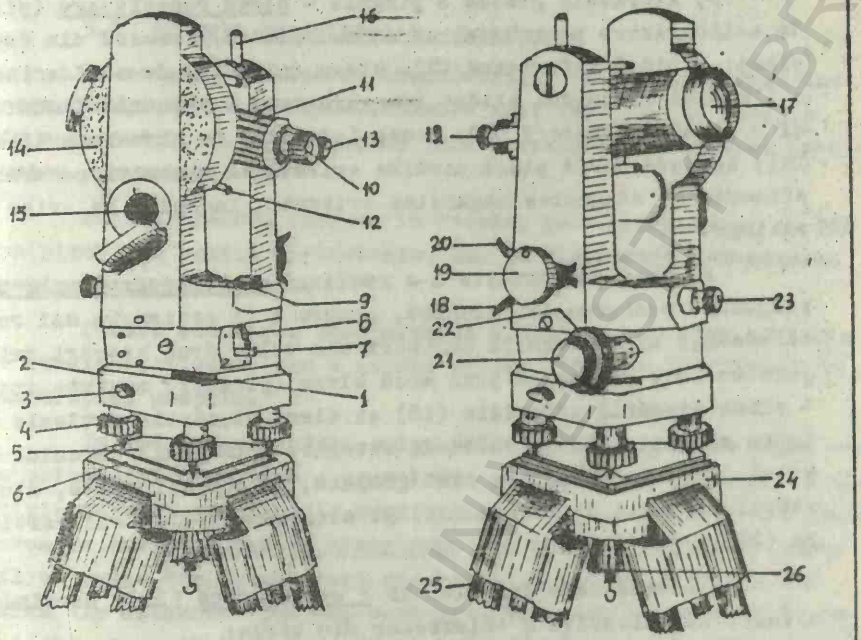


Fig. 67 – Teodolitul-tahimetru „THEO-020 A" (Zeiss-Jena)

1-Arborele principal; 2-Suportul de bază (ambaza); 3-Șurubul de fixare a arborelui principal în ambază; 4-Șurub de calare; 5-Placă flexibilă; 6-Placă rigidă; 8-Pîrghia (clema) de blocare a limbului; 7-Pîrghia (clema) de solidarizare a limbului cu cercul alidad (de eliberare a mișcării limbului); 9-Nivela sferică; 10-Ocularul lunetei; 11-Manșonul de focusare; 12-Colimator; 13-Microscopul cu scărită; 14-Carcasa cercului vertical; 15-Fereastra de iluminare a cercurilor gradate; 16-Cep pentru fixarea declinatorului; 17-Obiectivul lunetei; 18-Clema mișcării azimutale; 19-Butonul de obturare a imaginii cercului vertical; 20-Clema mișcării verticale; 21-Micrometrul mișcării azimutale; 22-Micrometrul mișcării verticale; 23-Dispozitivul pentru centrare optică; 24-Platforma trepiedului; 25-Picior telescopic; 26-Șurubul pompă și cîrligul firului cu plumb.

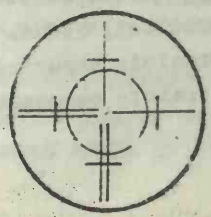


Fig. 68 – Reticulul teodolitului-tahimetru „THEO-020 A"

BCU IAȘI

b) Aparatele posedă o pîrghie - clemă repetitoare (pîrghie de solidarizare a limbului cu cercul alidad) formată din două piese: o piesă inferioară (7), clema (pîrghia) de solidarizare a limbului cu cercul alidad (de eliberare a mişcării limbului) şi o piesă superioară (8), clema (pîrghia) de blocare a limbului; această dublă piesă permite orientarea limbului pe orice direcţie şi măsurarea unghiului orizontal începînd cu orice diviziune;

c) Prin construcţie s-a realizat centralizarea unor piese respectiv montarea lor grupată, pentru a fi acţionate mai rapid cu aceeaşi mînă. Vechile şuruburi ale celor două mişcări principale au fost înlocuite prin două cleme (pîrghii) montate grupat - clema mişcării azimutale (18) şi clema mişcării verticale (20), între ele existînd un buton de obturare a imaginii cercului vertical (19). In apropiere sînt grupate, pe aceeaşi parte, micrometrul mişcării azimutale (21) şi micrometrul mişcării verticale (22);

d) Luneta este însoţită de 2 colimatoare (12), servind la vizarea aproximativă a obiectelor din teren;

e) Aparatul posedă un dispozitiv propriu pentru centrare optică (23);

f) Citirea diviziunilor ambelor cercuri gradate se efectuează centralizat, într-un dispozitiv optic denumit microscop cu scăriţă (13) montat lîngă lunetă; cercurile gradate sînt iluminate din exterior printr-o fereastră laterală (15) cu o oglindă mobilă, iar imaginea lor este condusă în microscop printr-un sistem optic interior.

g) La aparatele mai noi, cum sînt "THEO-020", "THEO-020A" ş.a., calarea reperelor zero de la colimetru se realizează automat printr-un compensator cu pendul. Compensatorul uşurează mult modul de măsurare a unghiului vertical, reduce timpul necesar determinării unghiului, măreşte precizia măsurării şi a dus la eliminarea nivelei superioare, ce trebuia permanent observată de operator.

5.4. Anexele teodolitului - tahimetru

In vederea efectuării măsurătorilor și a ridicărilor topografice, orice teodolit-tahimetru este însoțit, în funcție de necesități, de unele anexe, care servesc la rezolvarea diverselor operațiuni.

Astfel, pentru punerea în stație, pot fi necesare: un fir cu plumb, un baston de centrare, sau un dispozitiv independent pentru centrare optică.

Pentru măsurarea stadimetrică a distanțelor sînt necesare o stadie verticală, sau o stadie orizontală care se fixează pe un trepied propriu.

In vederea măsurării orientării unor direcții în teren sau a orientării magnetice a aparatului - orientarea limbului cu diviziunea zero pe direcția nord magnetic (N_M), un tahimetru poate avea ca anexă: o busolă circulară, ori un declinator, ce poate fi cu cutie dreptunghiulară sau cu cutie tubulară, acest din urmă tip asigurînd cea mai mare precizie. Tahimetrele sînt prevăzute, la partea superioară a unuia din furci (Fig.67), cu un cep și un fixator al uneia din aceste busole.

5.5. Verificarea și rectificarea teodolitului

In urma folosirii îndelungate, piesele teodolitului se pot uza, degrada și deregla, ceea ce impune verificarea și rectificarea lor periodică.

Verificarea constă în cercetarea stării pieselor componente, a aspectului general al aparatului, a îndeplinirii condițiilor constructive și geometrice.

Rectificarea constă în efectuarea unor operațiuni care să elimine eventualele dereglări constatate și să restabilească poziția reciprocă corectă a pieselor.

Verificarea îndeplinirii condițiilor constructive

Această verificare se referă la condițiile pe care trebuie să le îndeplinească axele și cercurile teodolitului prin construcție:

- Cercurile gradate să fie perpendiculare pe axele lor, respectiv VV' $\perp$ limb şi OO' $\perp$ cerc vertical; se consideră că o abatere în limitele a 10 minute nu afectează măsurarea unghiurilor; în cazul constatării unei abateri mai mari, se intervine la atelierele specializate;

- Axele de rotaţie VV' şi OO' să coincidă cu centrele cercurilor gradate respective; excentricitatea axei principale VV' faţă de cercul gradat orizontal este numită excentricitatea alidadei; aceasta, chiar şi atunci cînd este foarte mică, poate genera erori destul de mari la măsurarea unghiurilor. Astfel, pentru e=0,005 mm şi un cerc gradat cu diametrul de 100 mm, se poate obţine un $\Delta\omega_{max}=127^{cc}$. Constatarea erorii de excentricitate a alidadei se realizează astfel: se vizează cu teodolitul pus în staţie un punct şi se execută citirea pentru această direcţie la cele două dispozitive de citire. Dacă citirile diferă cu $200^g \pm 2\ p_c$ (p_c fiind aproximaţia dispozitivului de citire) nu există excentricitate. Operaţia se repetă apoi şi pe alte direcţii. Dacă o asemenea eroare se constată, ea are un caracter sistematic şi se elimină prin aplicarea unei metode adecvate la citirea direcţiilor, respectiv citind la ambele dispozitive de citire şi luînd media lor.

- Axa de vizare a lunetei să treacă prin axa verticală de rotaţie VV' a teodolitului. Neîndeplinirea acestei condiţii dă o eroare de excentricitate a lunetei, care produce erori sistematice la măsurarea unghiurilor orizontale. Practica a dovedit că pentru a elimina simultan şi erorile de excentricitate a alidadei şi cele de excentricitate a planului de vizare a lunetei, fiecare direcţie trebuie vizată în poziţiile I şi II ale lunetei, făcînd citiri la ambele dispozitive de citire diametral opuse şi luînd media lor.

- Mărimile gradaţiilor cercurilor să fie riguros egale. Erorile de divizare a cercurilor şi ale dispozitivelor de citire ale teodoliteler sînt inevitabile, dar au valori foarte mici şi sînt întîmplătoare. Ele au o influenţă sistematică în măsurarea unghiurilor şi poate fi redusă folosind origini diferite.

Verificarea îndeplinirii condițiilor geometrice

Axele unui teodolit (axa verticală sau principală VV', axa orizontală sau secundară OO', axa de vizare a lunetei, directricea nivelei torice DD' și linia reperelor zero ale eclimetrului) trebuie să îndeplinească următoarele condiții geometrice:

- Axa principală să fie verticală (DD' ⊥ VV'): îndeplinirea acestei condiții se realizează indirect, prin calarea teodolitului, presupunînd că nivelele sale sînt riguros rectificate. Prin construcție, limbul este perpendicular pe axa principală VV' de rotație a teodolitului; ca urmare, prin calarea sa se obține automat verticalizarea axei VV'. Existența eventualei înclinări a axei principale se poate constata după calarea atentă a limbului, rotind teodolitul în jurul axei VV' și urmărind dacă bula de aer a nivelei torice rămîne între repere. Rectificarea acestei neperpendicularități se poate realiza numai în ateliere specializate.

- Axa de vizare a lunetei să fie perpendiculară pe axa secundară OO'. Neîndeplinirea acestei condiții determină eroarea de colimație orizontală. Pentru constatarea acestei erori, cu luneta aproximativ orizontală se vizează, în poziția I, un punct P îndepărtat și bine vizibil și se citește pe limb valoarea a_1. Apoi se vizează același punct P în poziția a II ("peste cap") a lunetei, citind valoarea a_2. Dacă $a_2 = a_1 \pm 200^g$ rezultă că aparatul nu are eroare de colimație. Dar cînd $a_2 \neq a_1 \pm 200^g$, condiția menționată nu este îndeplinită iar diferența reprezintă dublul erorii de colimație. Rectificarea acestei erori constă în centrarea reticulului pe axa lunetei, acționînd șuruburile de rectificare S_1 și S_2 (Fig.55). In teren, se impune, la măsurarea unghiurilor orizontale, citirea la limb de două ori, cu luneta în ambele poziții (I și II), luînd în considerare media lor.

- Axa secundară trebuie să fie orizontală (OO' ⊥ VV'): neîndeplinirea acestei condiții afectează unghiurile orizontale. Constatarea erorii se realizează prin diferite procedee, cum este următorul: cu luneta mult înclinată se vizează în poziția I un punct (P) marcat pe un perete; se blochează mișcarea cercurilor orizontale și se plonjează luneta, proiectînd punctul P în

P_1. Poziția lui P_1 se citește pe o stadie (sau riglă) orizontală situată pe perete la înălțimea lunetei. Se repetă operația și cu luneta în poziția II, obținînd punctul P_2. Dacă cele două citiri coincid (P_1 coincide cu P_2) rezultă că axa de vizare se înclină într-un plan vertical și deci condiția amintită este îndeplinită. În caz contrar, se procedează la rectificarea acestei erori. La teodolitele moderne, această condiție este realizată prin montaj cu o precizie sporită ($i < 20^{cc}$).

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

LUCRAREA PRACTICA nr.6

6. PUNEREA IN STATIE A INSTRUMENTELOR TOPOGRAFICE

Un instrument topografic (teodolit, teodolit-tahimetru nivelmetru) se consideră pus în staţie, deci gata de măsurători, atunci cînd axa principală (verticală) VV' este perfect verticală şi trece prin punctul matematic de staţie, marcat la sol (Fig.69).

Punerea în staţie a unui teodolit necesită efectuarea a două operaţiuni principale: centrarea şi calarea.

Înaintea acestora mai este necesară însă efectuarea următoarelor operaţiuni pregătitoare:

- fixarea teodolitului pe platforma trepiedului prin intermediul şurubului pompă;

- agăţarea firului cu plumb (dacă este necesar) de cîrligul şurubului pompă;

- fixarea picioarelor trepiedului în preajma punctului topografic (materializat printr-un ţăruş, bornă, reper etc.), prin tatonări, astfel încît vîrful firului cu plumb să se situeze cît mai aproape de punct;

- calarea aproximativă a aparatului, prin înfigerea succesivă în sol, după caz, a saboţilor metalici ai picioarelor trepiedului şi urmărirea continuă a nivelei sferice, pînă cînd bula de aer se va situa aproximativ în mijlocul reperului circular.

6.1. Centrarea teodolitului în punctul de staţie

Această operaţiune constă în aducerea centrului aparatului (axa principală de rotaţie VV') pe verticala punctului din teren (Fig.69).

Centrarea se poate realiza în două moduri: cu firul cu plumb sau cu dispozitive de centrare optică.

Centrarea cu firul cu plumb

Firul cu plumb este o anexă a teodoliteler foarte simplă, compusă din trei părţi: o sfoară de suspensie, un cap cu şurub

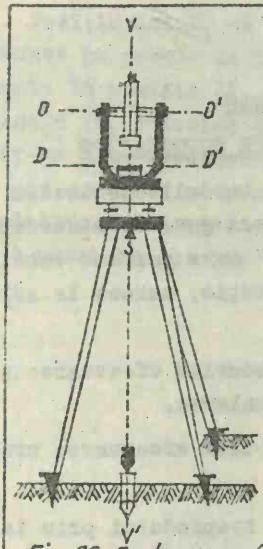
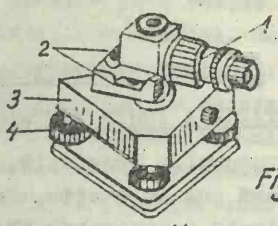
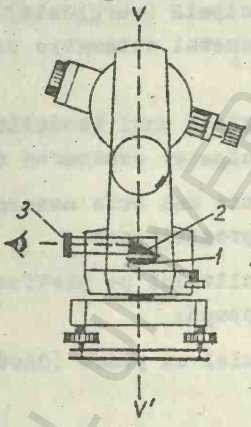


Fig. 69 Centrarea cu firul cu plumb



1. lunetă
2. nivele torice
3. suport de bază
4. șuruburi de calare

Fig. 70 Dispozitiv independent pentru centrarea optică (fir cu plumb optic)



1. obiectivul dispozitivului
2. prismă
3. ocularul dispozitivului

Fig. 71 Dispozitiv de centrare optică încorporat în construcția teodolitului

NIVELE CU BULĂ DE AER

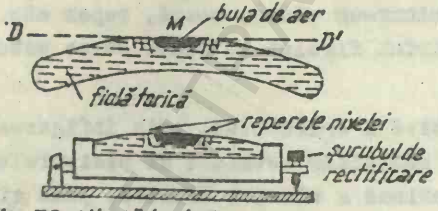
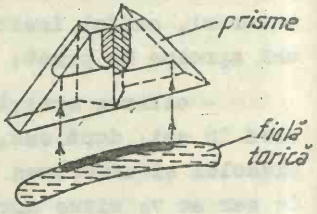


Fig. 72 Nivelă torică



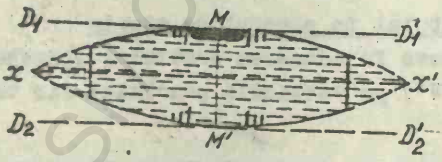


Fig. 74 Nivelă butoiaș (dublă)

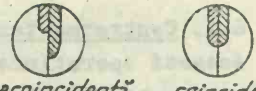


Fig. 73 Nivelă cu coincidență

Fig. 75 Nivelă cu cameră de compensare

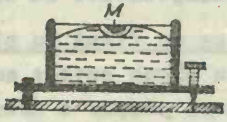


Fig. 76 Nivelă sferică

BCU IAȘI CAROL I UNIVERSITY LIBRARY

şi o greutate de cca 200-300 g, cu vîrful în formă de con.

Centrarea cu fir cu plumb se poate aplica la orice tip de instrument topografic, inclusiv la cele moderne care posedă dispozitiv propriu de centrare optică.

Firul cu plumb se agaţă de cîrligul şurubului pompă şi odată aflat în suspensie, după stabilizarea sa, are proprietatea de a indica direcţia verticalei locului.

După plasarea trepiedului cu teodolitul deasupra punctului de staţie, iniţial vîrful firului cu plumb se va afla undeva în apropierea punctului (mijlocul ţăruşului sau bornei); ca urmare se va slăbi şurubul pompă şi, cu ambele mîini, se va deplasa uşor suportul de bază cu restul aparatului, pe măsuţa trepiedului, pînă cînd vîrful firului cu plumb va ajunge deasupra punctului de staţie (Fig.69), după care se va strînge definitiv şurubul pompă.

Centrarea cu firul cu plumb este foarte practică, se execută obişnuit cu o precizie de 3-5 mm, dar are dezavantajul că uneori este îngreuiată de vînt.

Pentru a evita influenţa vîntului se poate utiliza un <u>baston de centrare</u>, care este format din două ţevi coaxiale, telescopice, cea superioară fiind gradată în centimetri; la capătul superior dispune de un dispozitiv de prindere în tija şurubului pompă al trepiedului, iar pentru verticalizare, are ataşată o nivelă sferică. Precizia centrării cu bastonul de centrare este mai mare, eroarea fiind de 1-2 mm.

<u>Centrarea optică</u>

Această operaţiune necesită utilizarea unui dispozitiv optic special, care în esenţă este alcătuit dintr-un obiectiv, o prismă triunghiulară, un reticul şi un ocular. Dispozitivele de centrare optică sînt de două feluri: independente (anexe ale teodoliteler), sau montate, prin construcţie, direct în aparate (la cele moderne) şi ele mai sînt denumite "fire cu plumb optice". Ca urmare, centrarea optică se poate executa în două moduri, în funcţie de tipul instrumentului topografic: cu dispozitiv optic în[illegible] independent pentru instrumentele vechi şi cu dispozitivul propriu de centrare optică la aparatele moderne.

- Centrarea optică cu dispozitiv independent (Fig.70). In cazul unui teodolit de tip vechi, după instalarea sa pe trepied deasupra punctului de staţie, se scoate arborele principal din locaşul suportului de bază şi se introduce în loc dispozitivul optic independent, care este alcătuit în principal dintr-o mică lunetă frîntă cu o prismă de reflexie totală la 100^g, ce poate fi dirijată cu un şurub pentru reflexie în jos sau în sus, un reticul, un ocular şi două nivele torice perpendiculare între ele. Înaintea centrării optice, trebuie efectuată însă calarea dispozitivului şi deci şi a ambazei, cu ajutorul celor trei şuruburi de calare şi al celor două nivele torice. După calare, privind iniţial prin ocular, imaginea punctului de staţie se va vedea undeva în cîmpul reticulului; ca urmare, slăbind şurubul pompă al trepiedului, suportul de bază se va deplasa uşor pe măsuţa trepiedului, pînă cînd punctul de staţie se va vedea în centrul reticulului, după care se strînge definitiv şurubul pompă. Apoi se scoate dispozitivul optic din suportul de bază şi se reintroduce în loc arborele principal al teodolitului, care se consideră gata centrat pe punctul de staţie. Această operaţiune mai este denumită centrare forţată şi ea asigură o precizie de centrare foarte ridicată, de cca.1:100.000 (însemnînd o abatere de la verticală de numai 1 mm la distanţa de 100 m).

- Centrarea optică cu dispozitiv montat în aparat. Aparatele moderne (cum sînt teodolitele: Theo-020, Theo-020A, Theo-020B, Theo-010A ş.a.) posedă, prin construcţie, un dispozitiv propriu de centrare optică, montat de obicei în alidadă (Fig.71) iar uneori sub ambază (la Wild-T_2). Un astfel de dispozitiv este asemănător cu cel descris anterior; fiind compus din (Fig.71): o lunetă mică frîntă, a cărei axă de vizare coincide cu axa verticală de rotaţie a teodolitului VV', un obiectiv, o prismă de reflexie, un reticul şi un ocular. Prisma proiectează imaginea punctului de staţie la 100^g. În vederea efectuării centrării optice cu acest dispozitiv, se execută mai întîi calarea exactă a teodolitului cu nivela torică şi se acţionează ocularul dispozitivului pînă cînd trăsăturile reticulare (în formă de cerculeţ sau cruce) se văd clare. Iniţial, punctul de staţie se va vedea lateral faţă de centrul reticular. Ca urmare, se va slăbi şurubul pom-

pă şi se va deplasa teodolitul uşor pe platforma trepiedului, pînă cînd punctul de staţie se va vedea în rîjlecul reticulului, după care se strînge definitiv şurubul pompă al trepiedului.

Centrarea optică cu astfel de dispozitive se execută mai ales cînd este vînt şi mai ales cînd se cere o precizie sporită la centrarea teodolitului. Dispozitivul asigură o precizie a centrării teodolitului de cca 0,5 mm.

In concluzie, în cazul aplicării centrării cu fir cu plumb, mai întîi se execută centrarea şi apoi calarea aparatului, iar în cazul centrării optice, ordinea operaţiunilor este inversă.

6.2. Calarea instrumentelor topografice

Calarea unui instrument topografic înseamnă a orizontaliza cercul gradat orizontal (limbul) şi, implicit, a verticaliza axa verticală VV' de rotaţie a instrumentului. Operaţiunea se execută cu ajutorul celor trei şuruburi de calare ale suportului de bază (poziţia 3, în Fig.65-b, sau 4 în Fig.67 şi Fig.70) şi al nivelelor cu bulă de aer.

6.2.1. Nivelele teodolitului

Nivelele cu bulă de aer cu care sînt înzestrate teodolitele sînt de mai multe feluri: torice, cu coincidenţă, butelaş (sau dublă), cu camera de compensare şi sferice. Ele sînt dispozitive care servesc la orizontalizarea şi verticalizarea unor drepte sau planuri, cît şi la măsurarea unghiurilor de pantă mai mici.

In vederea calării limbului, teodolitele sînt înzestrate obişnuit, fie cu două nivele torice în poziţii perpendiculare, fie cu o nivelă torică şi una sferică, montate deasupra cercului alidad.

Nivela torică (Fig.72) este una din tipurile de nivele utilizate pentru calarea exactă a teodolitului. Ea este formată dintr-o fiolă de sticlă avînd forma unui sector de tor cu rază mare, închisă ermetic şi umplută cu un lichid foarte fluid care îngheaţă la temperaturi foarte scăzute (eter, gliceol) şi avînd un mic gol, impropriu denumit bulă de aer, fiind formată de fapt din vaporii saturaţi ai lichidului respectiv. Fiola este fixată pe un

CALAREA TEODOLITULUI CU NIVELA TORICĂ

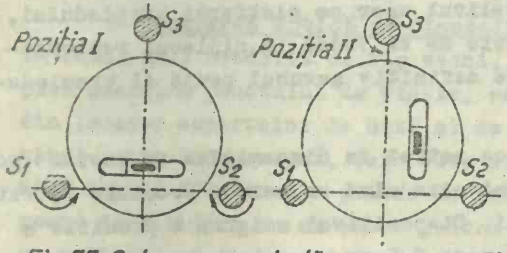


Fig. 77 Calarea cu o nivelă

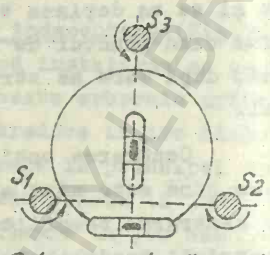


Fig. 78 Calarea cu două nivele

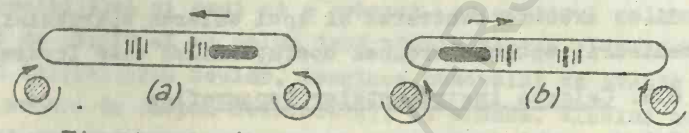


Fig. 79 Sensul răsucirii șuruburilor de calare

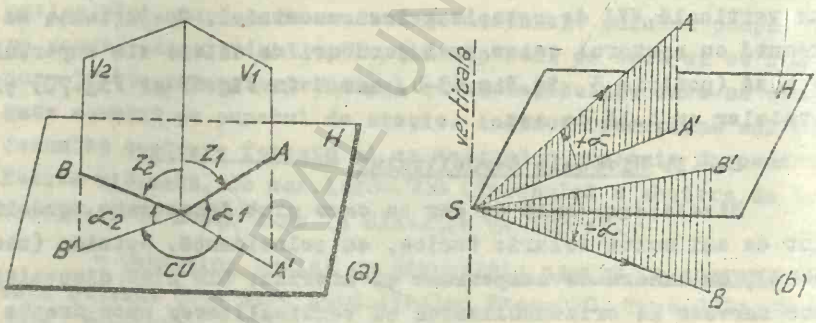
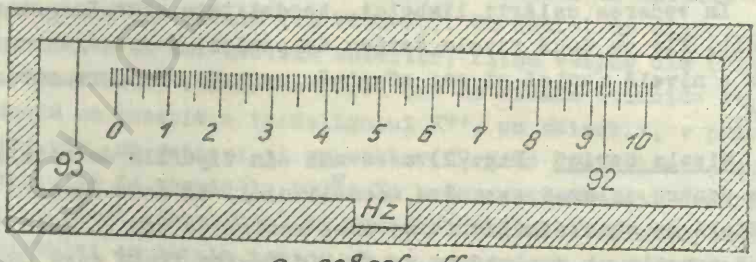


Fig. 80 Unghiuri măsurate în teren



$C = 92^g 92^c 50^{cc}$ (precizia scăriței: $p = 1^c$)

Fig. 81 Citirea diviziunilor cercului gradat orizontal, cu scăriță, la tahimetrul Zeiss – Theo 020A

suport metal într-o montură metalică protectoare, având un capăt fix, iar celălalt capăt prevăzut cu un şurub de rectificare. Nivela torică se consideră calată când bula de aer ocupă partea superioară a fiolei, mijlocul ei coincide cu centrul fiolei (M), iar tangenta în M la suprafaţa fiolei devine orizontală. Această tangentă (DD') este denumită directricea nivelei. Pe partea superioară a fiolei, simetric faţă de centrul M sînt gravate diviziuni din 2 în 2 mm, două din ele fiind mai îngroşate şi denumite reperele nivelei.

Teoria nivelei arată că pentru aceeaşi nivelă, unghiul de înclinare a fiolei este direct proporţional cu mărimea deplasării bulei de aer.

Unghiul de înclinare a fiolei corespunzător unei deplasări a bulei de aer egală cu o gradaţie de 2 mm reprezintă sensibilitatea nivelei. În cazul nivelelor cu o rază mare de curbură, cu cît unghiul de înclinare este mai mic, sensibilitatea nivelei este mai mare.

În practică, nivela torică se consideră calată când bula de aer se află între repere.

Nivela cu coincidenţă (Fig.73) este tot o nivelă torică, dar fără repere şi diviziuni pe fiolă, având în schimb un sistem de prisme aşezat deasupra nivelei şi care arată faţă în faţă cele două capete ale bulei de aer. Când nivela nu este calată, cele două capete ale bulei de aer sînt în necoincidenţă, aflîndu-se la o mică distanţă între ele, în lungul unei linii verticale de separaţie. Când cele două capete ale bulei de aer ajung în coincidenţă, înseamnă că bula de aer se află între repere, directricea DD' este orizontală şi deci nivela este calată. Precizia aducerii bulei de aer între repere este de cca 5-10 ori mai mare decît la nivela torică obişnuită. Ca urmare, acest tip de nivelă se utilizează mai ales pentru cercul vertical al teodoliteler şi la instrumentele de nivelment geometric (ex.nivelmetrul „Zeiss Ni-030"), pentru orizontalizarea axei de vizare a lunetei.

Nivela torică cu dublă curbură (Fig.74) este construită în formă de butoiaş, de unde şi numele de nivelă butoiaş. Această nivelă este construită din două jumătăţi de fiole torice alipite

cu curbura în poziție inversă, astfel încît are două puncte mijlocii M și M' și două directrice D_1D_1' și D_2D_2', care sînt paralele și simetrice față de axa xx'. Avînd două directrice, cu această nivelă se poate verifica orizontalitatea unei linii cu ambele ei poziții - normală și răsucită sau răsturnată cu 200^g. De aici și numele de nivelă dublă sau reversibilă. Ea se întîlnește la instrumentele de nivelment geometric, deoarece se poate roti în jurul axei lunetei.

Nivela cu cameră de compensare (Fig.75) este o nivelă torică cu bula de aer reglabilă. Variațiile de temperatură determină dilatarea și contractarea lichidului din fiolă, încît bula devine mai scurtă vara și mai lungă iarna. Reglarea lungimii bulei de aer se realizează cu o cameră de compensație situată la unul din capete. Acest tip de nivelă se utilizează pentru instrumente de mare precizie.

Nivela sferică (Fig.76) este confecționată dintr-un recipient de sticlă cilindric, avînd partea superioară în formă de calotă sferică, cu raza de curbură de 0,5-2 m. Cutia sa metalică este montată pe un suport, avînd și trei șuruburi de rectificare. Pe partea superioară, în jurul punctului central M sînt gravate unul sau mai multe repere circulare la intervale de 2 mm. Bula de aer are formă circulară și diametrul său este mai mic cu 1-2 mm față de cel al cerculeţului reper. Nivela are poziție normală, deci este calată, cînd bula de aer se află în cerculeţul reper. Acest tip de nivelă este mult utilizată pentru calarea aproximativă, preliminară a aparatului, la orizontalizarea planşetei topografice, la verticalizarea mirei topografice sau a bastonului de centrare, ea fiind prezentă și la bordul avioanelor ce execută zboruri de aerofotografiere, pentru a indica în orice moment valoarea abaterii în grade a axei camerei fotoaeriene față de verticală.

6.2.2. Calarea teodolitului în punctul de stație

Calarea oricărui instrument topografic se execută în două etape: calarea preliminară (aproximativă) și definitivă (exactă)

Calarea preliminară (aproximativă) se execută cu nivela sferică, după centrarea aparatului, acționînd cele trei șuru-

buri de calare ale ambazei pînă cînd bula de aer ajunge în interiorul reperului circular.

Calarea definitivă (exactă)

Această operaţiune de mare importanţă, ce constă în orizontalizarea cercului gradat (limbul) se execută, pentru teodolit, cu ajutorul nivelei torice. In funcţie de dotarea teodolitului cu una sau cu două nivele torice, calarea sa exactă se execută în două moduri:

- Calarea cu o singură nivelă torică se execută în două faze (Fig.77): în faza I se roteşte teodolitul în jurul axei principale VV' pînă cînd nivela torică ajunge într-o poziţie paralelă cu linia imaginară ce uneşte două din şuruburile de calare S_1 şi S_2; se apucă cele două şuruburi de calare cu ambele mîini şi se răsucesc simultan şi în sens invers pînă cînd bula de aer se va stabiliza între reperele nivelei; în faza II, se roteşte teodolitul pînă cînd nivela va ajunge într-o poziţie perpendiculară pe prima poziţie, după care se răsuceşte, cu mîna dreaptă numai cel de-al treilea şurub de calare, S_3, pînă cînd bula de aer va ajunge şi în această poziţie între repere. Operaţiunea se repetă, prin tatonare pînă cînd, în orice poziţie, bula de aer rămîne între repere. In acel moment directricea DD' a nivelei torice este orizontală (Fig.69), ceea ce arată că planul cercului gradat este orizontal şi implicit axa principală VV' a teodolitului este verticală. Pentru control, nivela se aduce într-o poziţie paralelă cu prima, dar schimbată cu 200^g; dacă bula de aer nu rămîne între repere înseamnă că axa verticală nu este verticală iar nivela trebuie rectificată.

- Calarea cu două nivele torice (Fig.78). In cazul cînd teodolitul posedă, deasupra cercului alidad, două nivele torice, de obicei acestea sînt montate în poziţii perpendiculare între ele; ca urmare, se roteşte teodolitul pînă cînd nivela laterală va ajunge paralelă pe direcţia a două din şuruburile de calare, de exemplu S_1-S_2, în timp ce a doua nivelă se va situa pe o direcţie perpendiculară pe care se află şi cel de-al treilea şurub de calare S_3. In faza I se vor răsuci simultan şi în sens invers şuruburile de calare S_1 şi S_2 pînă cînd se va realiza ca-

calarea primei nivele, iar în faza II se va acţiona numai şurubul de calare S_3 pentru calarea celei de-a doua nivele.

Sensul răsucirii şuruburilor de calare este indicat de degetul arătător de la mîna dreaptă:

- pentru deplasarea bulei de aer de la dreapta la stînga (Fig.79-a) se vor răsuci simultan ambele şuruburi de calare din interior spre exterior;

- pentru deplasarea bulei de aer de la stînga la dreapta (Fig.79-b) trebuie răsucite simultan ambele şuruburi de calare din exterior spre interior.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

LUCRAREA PRACTICA nr.7

7. MASURAREA UNGHIURILOR IN TOPOGRAFIE

7.1. Probleme generale

In topografie se măsoară două categorii de unghiuri: orizontale şi verticale. Ambele categorii de unghiuri sînt formate între direcţiile date de puncte topografice marcate şi semnalizate în teren.

Fie trei puncte S,A şi B (Fig.80-a): poziţia punctului S se află la intersecţia planelor verticale V_1 şi V_2 cu planul orizontal H, punctul A se află în planul vertical V_1 iar punctul B în planul vertical V_2.

Liniile înclinate SA şi SB sînt denumite linii de pantă, iar proiecţiile lor pe planul orizontal-liniile SA' şi SB' sînt numite direcţii.

Planul vertical ce include cel puţin două puncte topografice (punctele S şi A în planul V_1 şi punctele S şi B în planul V_2) se numeşte plan de direcţie sau de vizăă.

In fiecare din cele două plane-verticale intră cîte o linie de pantă şi cîte o direcţie.

Unghiul orizontal (ω) este unghiul format între două direcţii (SA' şi SB') şi corespunde unghiului diedru dintre planele de vizăă V_1 şi V_2 ale celor două puncte.

Unghiul vertical este cel format între linia de pantă sau linia de vizăă (de observare a unui punct din altul, linie situată la o înălţime oarecare deasupra liniei de pantă, dar în acelaşi plan vertical) şi o linie orizontală sau verticală. Aşadar, sînt două categorii de unghiuri verticale:

- unghiul vertical măsurat pornind de la linia orizontală este numit unghi de înclinare sau unghi de pantă (α_1, α_2);

- unghiul vertical măsurat plecînd de la linia verticală este numit unghi zenital (Z_1, Z_2).

BCU CLUJ - UNIVERSITY LIBRARY

Unghiul de pantă (α) pe care îl face o vizã oarecare cu orizontala se obţine direct în planul vertical respectiv. Acest unghi este pozitiv (Fig.80-b) când un punct vizat A se aflã deasupra planului orizontal (H) şi negativ, atunci când un punct vizat B se aflã dedesubtul planului orizontal care trece prin punctul de staţie S.

Instrumentele topografice utilizate la mãsurarea unghiurilor în teren sînt denumite goniometre, iar cele care asigurã precizia cea mai înaltã sînt teodolitele propriu-zise şi teodolitele-tahimetrice.

Unghiurile orizontale se mãsoarã prin citiri la cercul gradat orizontal (limbul), iar unghiurile verticale prin citiri la cercul gradat vertical al teodolitului, cu ajutorul unor dispozitive de citire, care sînt de diferite tipuri şi care asigurã precizii diferite: mecanice (vernierul), optice (microscop cu reper, microscop cu scãriţã, microscop cu micrometru optic cu coincidenţã) şi cu înregistrare fotograficã a citirilor (la teodolite de înaltã precizie).

7.2. Folosirea microscopului cu scãriţã

Microscopul cu scãriţã este unul din dispozitivele optice cu care sînt înzestrate instrumentele moderne. Ele sînt integrate în corpul aparatelor şi permit efectuarea centralizatã a citirilor pe cercul gradat orizontal şi pe cel vertical. Cu un astfel de microscop sînt înzestrate teodolitele-tahimetre Zeiss Theo-030, Theo-020, Theo-020A, Theo-020B ş.a., dar şi nivelmetrele moderne.

Un microscop cu scãriţã este un dispozitiv optic de forma unui tub, prevãzut cu un ocular şi în care, printr-un sistem de prisme, este condusã imaginea cercurilor gradate în faţa unei plãcuţe de sticlã pe care sînt gravate una sau douã scãriţe. Ocularul permite facerea clarã a imaginii diviziunilor cercurilor gradate şi ale scãriţei, în funcţie de dioptriile operatorului.

Scãriţa (Fig.81) este un ansamblu de liniuţe ataşat reperului zero alidad şi al cãror numãr variazã de la un tip de instrument la altul.

La instrumentele moderne cu microscop cu scăriță cercul gradat este împărțit doar în diviziuni egale de $1^G(1^0)$, iar gradul nu mai este subîmpărțit, ca la instrumentele clasice cu verniere.

Lungimea totală a scăriței este egală cu mărimea unei diviziuni a cercului gradat (deci 1^G sau 1^0).

Întrucît numărul diviziunilor scăriței oscilează după tipul de aparat topografic, înaintea efectuării citirilor de unghiuri, este necesară calcularea preciziei scăriței.

Precizia scăriței (p) reprezintă valoarea unei diviziuni întregi a acesteia și ea rezultă făcînd raportul dintre valoarea celei mai mici diviziuni a cercului gradat (D), care este de $1^G(1^0)$ și numărul total al diviziunilor scăriței (n), deci

$$p = \frac{D}{n} = \frac{1^G(1^0)}{n} = \frac{100^c(60')}{n}$$

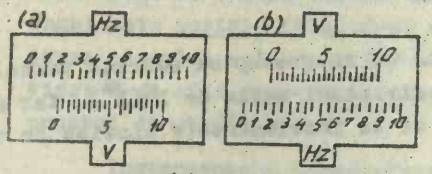
Pentru tahimetre (ex. Theo 030, Theo-020, Theo-020A, Theo 020B, Redta, de la firma Zeiss-Jena ș.a.) precizia scărițelor este cunoscută dinainte, fiind de regulă egală cu $1^0(1')$, întrucît ele posedă 100 diviziuni și deci (Fig.81):

$$p = \frac{1^G}{100} = \frac{100^0}{100} = 1^c$$

La tahimetre, în microscop se văd două ecrane (Fig.82), cîte unul pentru fiecare din cele două cercuri gradate, avînd fiecare cîte o scăriță proprie gravată pe orizontală, poziția lor diferind de la un grup de instrumente la altul. Astfel, la instrumentele firmei Zeiss-Jena este notat "Hz" pentru scăriță de măsurare a unghiurilor orizontale și "V" pentru măsurarea unghiurilor verticale.

La unele instrumente, cum sînt nivelmetrele (ex.Ni-B_3) scăriță este gravată pe verticală, iar cînd nu sînt notate valorile diviziunilor, prima diviziune de sus (Fig.83) este gravată mai gros și reprezintă reperul zero al scăriței. La acest instrument (Ni-B_3), precizia scăriței este foarte mică:

$$p = \frac{1^0}{5} = \frac{100^c}{5} = 20^c$$



(Hz = orizontal; V = vertical)

Fig. 82 - Poziția scărițelor la tahimetrele Zeiss - Theo 030 (a) și Theo-020A(b)

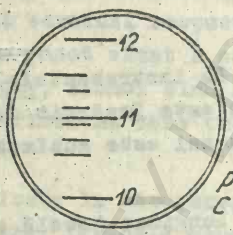


Fig. 83 - Microscopul cu scăriță al nivelmetrului Ni-B3 (M.O.M.)

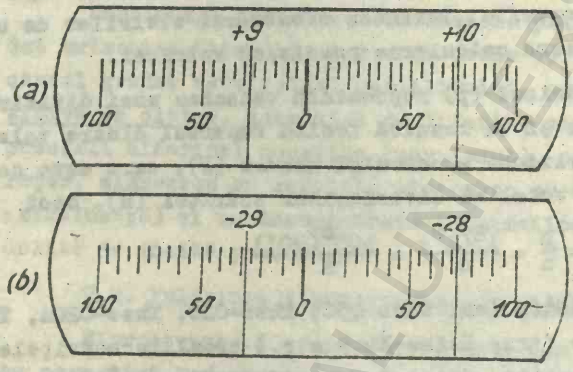


Fig. 84 - Citirea unghiului vertical la microscopul cu scăriță al alidadei cu lunetă - Zeiss

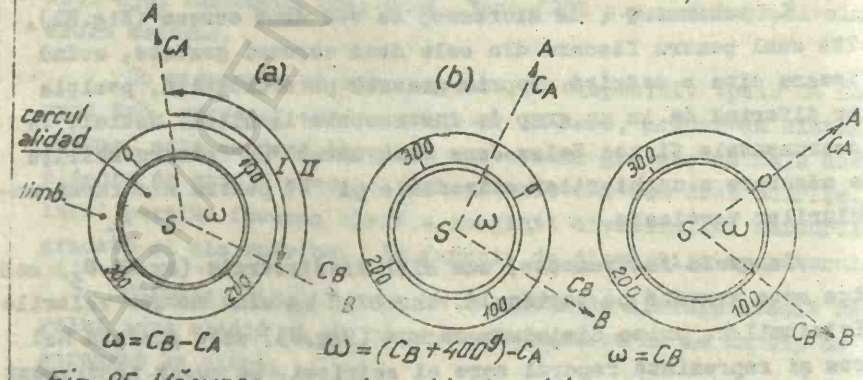


Fig. 85 - Măsurarea unui unghi orizontal (ω) prin diferența citirilor

Fig. 86 - Măsurarea unghiului orizontal cu zero-limb pe prima viză

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

La alte instrumente, cum este alidada cu lunetă Zeiss pentru ridicările cu planşeta topografică, în microscop apar gravate două scăriţe (Fig.84), avînd un reper zero comun: o scăriţă spre stînga pentru unghiuri verticale pozitive şi o scăriţă spre dreapta pentru unghiuri verticale negative. Pentru uşurarea utilizării scăriţei corespunzătoare, valorile diviziunilor cercului vertical sînt notate cu semnul (+) sau (-) în faţă. Precizia acestui instrument este relativ mare,

$$p = \frac{1^g}{20} = \frac{100^c}{20} = 5^c$$

Citirea diviziunilor cercurilor gradate cu ajutorul scăriţei. La toate instrumentele înzestrate cu microscop cu scăriţă, sensul creşterii valorilor diviziunilor scăriţei este invers faţă de sensul divizării cercului gradat. Pentru efectuarea unei citiri, de exemplu la cercul gradat orizontal al tahimetrelor, se observă mai întîi sensul gradării acestuia.

O citire cu ajutorul scăriţei se compune din trei părţi: $C=P_1+P_2+P_3$ în care:

P_1 = valoarea ultimei diviziuni întregi a cercului gradat, în grade, care apare pînă în dreptul reperului zero al scăriţei şi care se citeşte pe cercul gradat, de la dreapta la stînga sau invers, după sensul de gradare a acestuia;

P_2 = valoarea ultimei diviziuni întregi a scăriţei, în minute, care se citeşte pe scăriţă, în sens invers;

P_3 = valoarea fracţiunii de diviziune a scăriţei, în minute sau secunde, care mai rămîne uneori necitită şi care se estimează din ochi.

La tahimetrele cu precizia scăriţei de 1^c, eventuala fracţiune de diviziune a scăriţei se estimează obişnuit la jumătate, deci $P_3=50^{cc}$.

La efectuarea citirilor se are în vedere că, de obicei, reperul zero al scăriţei se află între două diviziuni întregi ale cercului gradat, din care se citeşte valoarea mai mică.

Exemplul 1: în Fig.81 se arată imaginea ecranului cu scăriţa pentru cercul orizontal al tahimetrului Zeiss-Theo 020A:

precizia fiind de 1^c, citirile parțiale sînt: $P_1=92^g$; $P_2=92^c$; $P_3=50^{cc}$, de unde rezultă citirea totală $C=92^g92^c50^{cc}$.

Exemplul 2: o citire la microscopul cu scăriță al nivelmetrului $Ni-B_3$, avînd precizia de 20^c (Fig.83) se efectuează pe verticală astfel: reperul zero al scăriței se află între diviziunile cercului gradat de 11^g și 12^g, deci $P_1=11^g$, citit de jos în sus; apoi se citește pe scăriță, de sus în jos, valoarea $P_2=2 \times 20^c= 40^c$ și se estimează fracțiunea rămasă necitită $P_3= 15^c$, de unde rezultă $C=11^g+(40^c+15^c)=11^g55^c$

Exemplul 3: la microscopul cu scăriță al Lunetei cu alidadă-Zeiss (Fig.84) avînd o precizie de 5^c se citesc direct valoarea unghiului vertical pozitiv, cu scărița din stînga, sau valoarea unui unghi vertical negativ, cu scărița din dreapta:

- unghiul vertical pozitiv (Fig.84-a) $\alpha =9^g+25^c+2^c=9^g27^c$
- unghiul vertical negativ (Fig.84-b) $\alpha =28^g+70^c+3^c=28^g73^c$

7.3. Metode de măsurare a unghiurilor orizontale

Pentru măsurarea unghiurilor orizontale trebuie efectuate citiri la cercul gradat orizontal în dreptul reperului zero alidad. În timpul măsurătorilor, limbul rămîne fix iar cercul alidad, cu reperul zero pe direcția axei de vizare a lunetei se rotește odată cu aceasta.

După punerea în stație a teodolitului, măsurarea unui unghi se efectuează în mai multe etape: vizarea, punerea la punct a imaginii, punctarea și citirea diviziunilor pe limb;

Metodele de măsurare a unghiurilor orizontale se aleg în funcție de scopul și precizia cerută. În general, măsurarea unghiurilor orizontale se realizează prin metodele: simplă, a repetiției și a reiterației. Metoda de măsurare se alege și după cum se cere măsurarea unor unghiuri izolate sau a mai multor unghiuri dintr-un punct de stație, sau după cum se va face numai una sau mai multe măsurători.

7.3.1. Metoda simplă

Constă în a măsura un unghi izolat sau mai multe unghiuri dintr-un punct de stație o singură dată. Metoda se aplică prin următoarele procedee: prin diferența citirilor, cu zerourile în

coincidență și prin diferența orientărilor.

- Procedeul prin diferența citirilor este un procedeu general ce se poate aplica cu orice instrument de măsurarea a unghiurilor, inclusiv celo care nu posedă mișcare generală.

Astfel, pentru a determina un unghi AŜB=ω prin diferența citirilor (Fig.85), se staționează cu teodolitul în stația S, cu cercul gradat orizontal având diviziunea zero la întîmplare;

- se aduce luneta în poziția I;
- se blochează mișcarea generală;
- se deblochează mișcarea azimutală (înregistrează);
- se vizează punctul A;
- se citește la limb valoarea C_A;
- apoi în sens direct (topografic sau orar) se vizează punctul B
- se citește valoarea C_B

Unghiul ω va rezulta din diferența citirilor conform relației

$$\omega = C_B - C_A$$

deci scăzînd citirea din stînga (C_A) din citirea din dreapta (C_B) care de obicei este mai mare ca valoare (Fig.85-a).

Exemplu: s-au obținut $C_A=38^g56^c80^{cc}$ și $C_B=162^g68^c50^{cc}$, de unde rezultă $\omega=162^g68^c50^{cc}-38^g56^c00^{cc}=124^g12^c50^{cc}$

Atunci cînd totuși citirea din dreapta este mai mică, i se adaugă valoarea unui cerc întreg (400^g) după care se efectuează diferența conform relației

$$\omega = (C_B+400^g)-C_A$$

Exemplu (Fig.85-b): dacă s-au obținut $C_A=344^g35^c50^{cc}$ și $C_B=58^g87^c50^{cc}$, rezultă că $\omega=458^g87^c50^{cc}-344^g35^c50^{cc}=114^g52^c00^{cc}$

Așadar, ceea ce se citește pentru o direcție sau alta vizată în teren este o simplă citire la cercul gradat; pentru măsurarea unui unghi sînt necesare două vize și două citiri din același punct de stație.

Pentru control și obținerea unei valori mai bune a unghiului acesta se măsoară și cu luneta în poziția II (sau peste cap);

pentru aceasta se roteşte luneta cu 200^g în plan orizontal şi cu 200^g în plan vertical; se vizează mai întîi punctul B şi se citeşte valoarea C_B, apoi rotind luneta în sens trigonometric se vizează punctul A şi se citeşte valoarea C_A. Ambele valori citite vor diferi de primele cu 200^g. Se obţine mai întîi media citirilor - făcînd abstracţie de 200^g şi apoi diferenţa acestor medii. In acest fel, la măsurarea unghiurilor orizontale se elimină unele erori de măsurare.

- Procedeul cu zerourile în coincidenţă pe prima viză se poate aplica numai cu instrumentele ce au şi mişcare generală şi el reprezintă un caz particular al procedeului prin diferenţa citirilor. Măsurarea prin acest procedeu se efectuează în următoarele etape (Fig.86):

- se instalează instrumentul în staţia S;
- se blochează mişcarea generală;
- se eliberează mişcarea azimutală;
- se aduce reperul zero al scăriţei (zero alidad) în dreptul diviziunii zero a cercului gradat;
- se blochează mişcarea azimutală;
- se eliberează mişcarea generală
- se vizează spre punctul A
- se blochează mişcarea generală, cercul gradat rămînînd astfel blocat cu zero pe prima direcţie vizată (SA);
- se eliberează mişcarea azimutală, se vizează direcţia SB şi se citeşte valoarea C_B, care reprezintă tocmai unghiul ω, deci

$$\omega = C_B$$

- Procedeul prin diferenţa orientărilor

Acest procedeu se poate utiliza cu instrumente ce posedă, sau la care se poate ataşa o busolă, cu ajutorul căreia se determină orientările laturilor unghiurilor (vizelor) faţă de direcţia N_M (nord magnetic). In tabelul de mai jos (Tabel nr.13) se arată un exemplu numeric cuprinzînd datele măsurării prin acest procedeu a mai multor unghiuri dintr-un punct de staţie S (Fig.87).

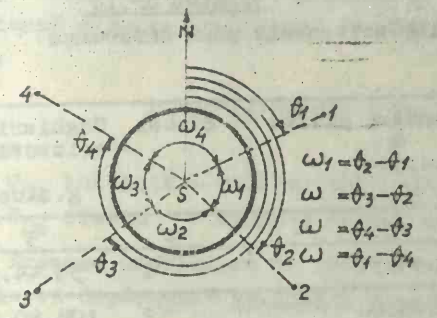


Fig. 87 Măsurarea unghiurilor orizontale prin diferența orientărilor

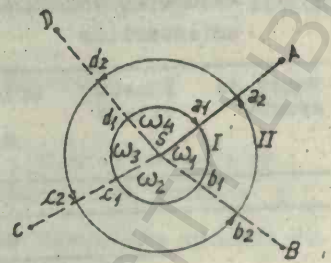


Fig. 88 Măsurarea unghiurilor orizontale în tur de orizont

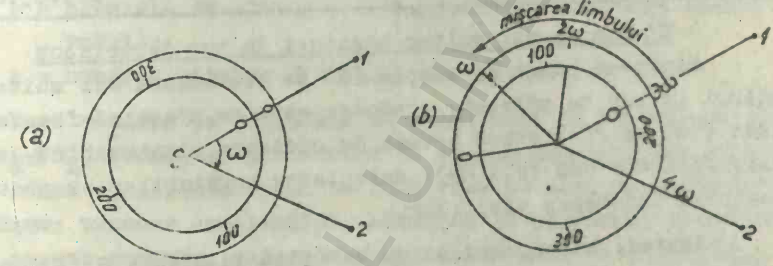


Fig. 89 Măsurarea unghiului orizontal prin metoda repetiției

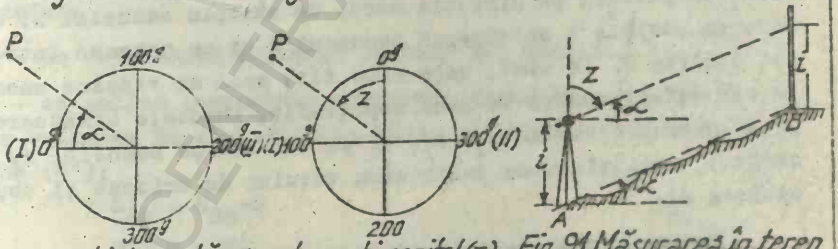


Fig. 90 Unghiuri verticale

Fig. 91 Măsurarea în teren a unghiurilor verticale

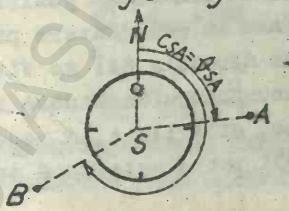


Fig. 92 Măsurarea orientărilor cu un teodolit orientat

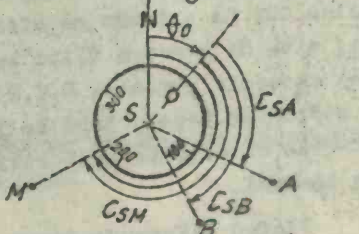


Fig. 93 Modul de lucru dezorientat

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

TABELUL nr.13

Măsurarea unghiurilor orizontale prin diferența orientărilor

Punct de stație	Puncte vizate	Orientări citite θ g.c.cc	Simbol	Unghiuri orizontale g.c.cc
1	2	3	4	5
S	1	82.43.50	ω_1	59.44.50
	2	141.88.00	ω_2	108.80.50
	3	250.68.50	ω_3	86.06.00
	4	330.74.50	ω_4	145.69.00

- Măsurarea mai multor unghiuri în tur de orizont

Dintr-un punct de stație (S) se pot măsura mai multe unghiuri în tur de orizont, procedeu care se practică frecvent, mai ales cînd se utilizează metoda de ridicare planimetrică a radierii. In acest caz (Fig.88), calcularea unghiurilor se poate efectua prin diferența citirilor.

Astfel, staționînd cu un teodolit în stația S (Fig.88), se alege o viză de referință, de plecare, un semnal care se vede mai bine, în general pe direcția nord, de exemplu semnalul A. Cu luneta în poziția I se vizează semnalul A și se notează într-un tabel citirea a_1 la limb, care este fix; apoi se vizează succesiv în tur de orizont și în sens topografic, punctele următoare B,C și D, notînd citirile b_1, c_1, d_1 și din nou pe semnalul A, pentru control, realizîndu-se închiderea turului de orizont și obținînd citirea a_1'.

Pentru a realiza o precizie sporită și a diminua unele erori, se efectuează măsurarea unghiurilor și cu luneta în poziția II. Al doilea tur de orizont se efectuează însă în sens invers primului tur, viza de plecare fiind aceeași, pe direcția SA; se vizează apoi succesiv punctele D,C,B și din nou pentru închidere semnalul A, notînd în tabel, însă de jos în sus, citirile a_2,d_2,c_2,b_2 și a_2'.

Se calculează apoi citirile medii între cele două poziții ale lunetei.

Făcînd diferența între citirea finală (la închiderea turu-

lui) şi citirea iniţială (la pornire) pe viza de origine SA, se calculează eroarea unghiulară de închidere a turului de orizont ($\pm e_u$):

$$\pm e_u = C_{SA}\ \text{finală} - C_{SA}\ \text{iniţială}$$

în care:

C_{SA} iniţială = citirea iniţială a turului de orizont

C_{SA} finală = citirea finală a turului de orizont

Eroarea unghiulară de închidere a turului de orizont nu trebuie să depăşească toleranţa dată de relaţia

$$T_u = p.\sqrt{n}$$

în care:

p = precizia de măsurare a unghiurilor (precizia teodolitului);

n = numărul vizelor din turul de orizont

Dacă eroarea de închidere se încadrează în toleranţă, deci dacă $e_u \leq T_u$, atunci se procedează la compensarea turului de orizont, adică egalizarea vizei de închidere cu viza de plecare prin corectarea tuturor unghiurilor, adăugînd în progresie aritmetică şi cu semnul contrar, valoarea $\pm e_u$. Corectarea se efectuează începînd cu viza a doua a turului de orizont, deci pe direcţia S_1, astfel:

- se calculează corecţia unitară Ku; exemplu, $Ku = \frac{+e_u}{n}$

- se aplică corecţiile parţiale citirilor, scăzînd în progresie valoarea Ku din citirile medii şi obţinînd citirile compensate (C'):

$$C'_{SA} = C_{SA} + 0$$
$$C'_{S1} = C_{S1} + Ku$$
$$C'_{S2} = C_{S2} + 2Ku$$
$$C'_{S3} = C_{S3} + 3Ku$$
$$\vdots$$
$$C'_{Sn} = C_{Sn} + n.Ku$$

După compensarea turului de orizont se calculează unghiurile orizontale prin diferenţa citirilor:

$$\omega_1 = C'_{S1} - C'_{SA}$$
$$\omega_2 = C'_{S2} - C'_{S1}$$
$$\omega_3 = C'_{S3} - C'_{S2}$$
$$\vdots$$
$$\omega_n = C'_{Sn} - C'_{Sn-1}$$

Exemplu numeric: staţionînd cu teodolitul în staţia S (Fig.88), s-a ales ca vizã de plecare, viza pe un semnal A; dupã citirea iniţialã pe direcţia SA, s-a efectuat turul de orizont cu luneta în poziţia I, vizînd succesiv punctele B,C,D şi din nou pentru închidere semnalul A; apoi s-a efectuat turul de orizont şi în sens invers, cu luneta în poziţia II toate citirile fiind trecute în tabelul 14:

TABELUL nr.14

Măsurarea unghiurilor în tur de orizont

Pot. staţie	Pot. viz.	Citiri Poziţia I a lunetei (g.c.cc)	Poziţia II a lunetei (g.c.cc)	Media citirilor (g.c.cc)	Corecţii(K) (cc)	Citiri medii compensate (C') (g.c.cc)	Unghiuri oriz. (g.c.cc)
1	2	3	4	5	6	7	8
	A	63.54.84	263.54.74	63.54.79	-	63.54.79	-
	B	162.45.76	362.45.70	162.45.73	+1	162.45.74	98.90,95
S	C	251.24.62	51.24.68	251.24.65	+2	251.24.67	88.78.93
	D	358.64.20	158.64.32	358.64.26	+3	358.64.29	107.39.62
	A	63.54.72	263.54.78	63.54.75	+4	63.54.79	104.90.50
						TOTAL =	400.00.00

Eroarea unghiularã de închidere a turului de orizont:

$$e_u = C_{SA} \text{ finalã} - C_{SA} \text{ iniţialã}$$
$$e_u = 63^g54^o75^{oo} - 63^g54^o79^{oo} = -0^g00^o04^{oo}$$
$$\text{deci } e_u = -4^{oo}$$

Toleranţa:

$T_u = p.\sqrt{n}$, în care $p = 2^{oo}$ şi $n=4$, deci $T_u = 2^{oo}\sqrt{4} = 4^{oo}$ şi ca urmare

$$e_u = T_u$$

Corecția unitară:

$$K_u = \frac{-e_u}{n} = \frac{+4^{cc}}{4} = +1^{cc}$$

Compensarea citirilor medii:

$C'_{SB} = C_{SB} + 1^{cc} = 162^g45^c73^{cc} + 1^{cc} = 162^g45^c74^{cc}$

$C'_{SC} = C_{SC} + 2^{cc} = 251^g24^c65^{cc} + 2^{cc} = 251^g24^c67^{cc}$

$C'_{SD} = C_{SD} + 3^{cc} = 358^g64^c26^{cc} + 3^{cc} = 358^g64^c29^{cc}$

$C'_{SA} = C_{SA} + 4^{cc} = 63^g54^c75^{cc} + 4^{cc} = 63^g54^c79^{cc}$

Calculul unghiurilor orizontale

$\omega_1 = C'_{SB} - C'_{SA} = 162^g45^c74^{cc} - 63^g54^c79^{cc} = 98^g90^c95^{cc}$

$\omega_2 = C'_{SC} - C'_{SB} = 251^g24^c67^{cc} - 162^g45^c74^c = 88^g78^c93^{cc}$

$\omega_3 = C'_{SD} - C'_{SC} = 358^g64^c29^{cc} - 251^g24^c67^{cc} = 107^g39^c62^{cc}$

$\omega_4 = C'_{SA} - C'_{SD} = 463^g54^c75^{cc} - 358^g64^c29^{cc} = 104^g90^c50^{cc}$

7.3.2. Metoda repetiției

Această metodă constă în măsurarea repetată, deci de mai multe ori a unghiurilor și ea se aplică atunci cînd instrumentul utilizat nu poate asigura precizia necesară dintr-o singură măsurătoare și în general atunci cînd se urmărește o precizie mare.

Exemplu:

- se instalează teodolitul în stația S (Fig.89) pentru a măsura unghiul ω;
- se aduce reperul zero alidad în concidență cu diviziunea zero a limbului;
- se blochează mișcarea azimutală (înregistratoare);
- se eliberează mișcarea generală;
- se vizează punctul 1;
- se blochează mișcarea generală (ca la procedeul cu zero în coincidență pe prima viză);
- se eliberează mișcarea azimutală;
- se vizează punctul 2 și se obține citirea $C_1 = \omega$;
- se eliberează mișcarea generală;
- se vizează din nou punctul 1;

BCU IAȘI CENTRUL UNIVERSITY LIBRARY

- se blochează mişcarea generală;
- se verifică citirea, care trebuie să fie egală cu C_1;
- se eliberează mişcarea azimutală şi se vizează punctul 2;
- se blochează mişcarea azimutală
- se efectuează citirea C_2, care trebuie să fie egală cu 2ω

Operaţia se repetă în acelaşi mod de cîte ori se cere. Valoarea medie a unghiului ω va fi dată de relaţia:

$$\omega_m = \frac{C_n}{n}$$

în care: C_n = ultima citire; n=numărul repetiţiilor.

7.3.3. Metoda reiteraţiei (seriilor)

Este o combinaţie între metoda simplă şi metoda repetiţiei şi ea constă în măsurarea unghiurilor orizontale de mai multe ori folosind origini diferite pe limb. Altfel spus, metoda reprezintă de fapt măsurarea în tur de orizont, reluată de mai multe ori, cu origini diferite.

Originile şi intervalul i între origini se calculează cu relaţia

$$i = \frac{400^g}{m.n}$$

în care: m = numărul microscoapelor
n = numărul reiteraţiilor care trebuie efectuate

In cazul instrumentelor cu citire centralizată, deşi există un singur microscop la care se citeşte o singură valoare, aceasta reprezintă de fapt media între două poziţii opuse ale limbului, încît se ia m=2, ca şi în cazul teodolitelor clasice cu două microscoape, ca urmare, relaţia de mai sus devine

$$i = 400^g : 2n$$

Exemplu: dacă se aplică 2 reiteraţii, deci n=2, atunci

$$i = \frac{400^g}{2.2} = 100^g$$

7.4. Măsurarea unghiurilor verticale

Unghiurile verticale se pot măsura cu ajutorul instrumentelor care sînt prevăzute cu eclimetru sau cerc vertical.

In timpul măsurării unghiurilor verticale, cu un teodolit, cercul vertical se mişcă în plan vertical odată cu luneta, faţă de două repere zero fixe şi a căror direcţie trebuie să se afle în plan perfect orizontal.

In funcţie de modul de numerotare a diviziunilor cercului vertical se pot măsura unghiuri de pantă (α) şi unghiuri zenitale (Z).

Astfel, instrumentele la care, aducînd luneta în poziţie orizontală, se citeşte 0^g în poziţia I şi 200^g în poziţia II (Fig.90-a), ne dau <u>unghiuri de pantă</u>, care pot fi pozitive sau negative, după cum punctul vizat (P) se află deasupra ori sub planul orizontal ce trece prin punctul de staţie.

Instrumentele la care, cu luneta în poziţie orizontală, se citeşte la cercul vertical, 100^g în poziţia I şi 300^g în poziţia II, ne dau unghiuri <u>zenitale</u> (Fig.90-b). Cu astfel de instrumente se măsoară însă şi unghiurile de pantă; un unghi de pantă este pozitiv, cînd citirea, cu luneta în poziţia I, este mai mică de 100^g (ex.$88^g46^c00^{cc}$), unghiul fiind egal cu diferenţa: $\alpha = 100^g00^c00^{cc} - 88^g46^c00^{cc} = 11^g54^c00^{cc}$; iar un unghi de pantă este negativ, atunci cînd citirea este mai mare de 100^g (ex.$114^g34^c00^{cc}$), unghiul fiind egal cu valoarea care întrece 100^g, deci $\alpha = 14^g34^c00^{cc}$.

Măsurarea în teren a unghiurilor verticale (z şi α) dintre două puncte A şi B (Fig.91) se poate efectua dispunînd de un teodolit şi o stadie verticală; după instalarea teodolitului în staţie de exemplu în punctul A, se aduce luneta în poziţie orizontală şi cu ajutorul stadiei plasate în faţa lunetei se măsoară, în dreptul mijlocului (axei de vizare) a lunetei înălţimea (i) la care se află luneta (ex.i=1460 mm); se plasează stadia verticală în punctul B, se eliberează mişcarea verticală a lunetei şi se vizează cu firul reticular orizontal la înălţimea i=1460 mm. In acest fel, viza pe stadie devine paralelă cu linia ce uneşte punctele A şi B, iar valoarea unghiului de înclinare citită la cercul vertical este egală tocmai cu unghiul de pantă (α) al terenului.

BCU "LUCIAN BLAGA" UNIVERSITY LIBRARY

Pentru eliminarea unor erori, instrumentale, diminuarea erorilor accidentale şi obţinerea unei valori mai apropiate de cea reală, şi unghiurile verticale se măsoară cu luneta în ambele poziţii (I şi II); media aritmetică a celor două valori măsurate va reprezenta valoarea cea mai probabilă a unghiului de pantă.

Unghiurile de pantă astfel măsurate sînt necesare reducerii distanţelor la orizont.

Pentru nevoile nivelmentului se poate viza la orice înălţime deasupra punctului B, de ex. vîrful unui coş de fabrică, cu condiţia ca această înălţime să fie cunoscută.

7.5. Orientarea teodolitului şi măsurarea orientării laturilor unghiurilor

Măsurarea în teren a unghiurilor dintre diferitele direcţii se poate realiza în două moduri de lucru cu teodolitul: orientat sau dezorientat.

In vederea întocmirii planurilor şi hărţilor topografice este necesară şi cunoaşterea sau măsurarea orientării laturilor unghiurilor.

Măsurarea unghiurilor cu un teodolit orientat prezintă avantajul că se obţin direct şi orientările laturilor acestora, deoarece citirile la limb pe orice direcţii vizate reprezintă totodată şi orientările acestora.

Orientarea unei direcţii SA(θ_{SA}) reprezintă unghiul dintre o direcţie nord (de ex. N_M) şi direcţia SA (în Fig.92, citirea $C_{SA}=\theta_{SA}$).

Orientarea unui teodolit înseamnă a aduce diviziunea zero a cercului gradat orizontal pe direcţia nord (Fig.92).

Modul de lucru cu teodolitul dezorientat constă în măsurarea unghiurilor cu teodolitul pus în staţia S la întîmplare, respectiv fără ca diviziunea 0^g a limbului să se afle pe direcţia nord.

Unghiul existent între direcţia nord şi direcţia diviziunii 0^g a limbului (Fig.93) se numeşte dezorientarea teodolitului (θ_o).

In Fig.93 se observă că pentru determinarea orientării unei direcţii (θ_{SA}) este necesar ca valorii citirii pe această direcţie (C_{SA}) să i se adauge valoarea dezorientării teodolitului (θ_o); deci

$$\theta_{SA} = C_{SA}+\theta_o$$

Din această relaţie rezultă că

$$\theta_o = \theta_{SA}-C_{SA}$$

sau exprimînd la modul general,

$$\theta_o = \theta-C$$

Din toate acestea, rezultă că, valoarea orientării oricărei direcţii vizate (θ_{SA}, θ_{SB} etc) poate fi calculată numai dacă se cunoaşte valoarea dezorientării teodolitului (θ_o) în staţia S, iar valoarea dezorientării se poate afla numai dacă în staţia S se cunoaşte orientarea unei alte direcţii (ex.θ_{SC}). In acest caz, după instalarea teodolitului în staţia S, va fi necesară doar efectuarea unei citiri pe direcţia SM(C_{SM}) şi ca urmare, dezorientarea va rezulta din relaţia

$$\theta_o=\theta_{SM}-C_{SM}$$

Odată cunoscută θ_o, se vor efectua cîte o citire pe oricare direcţie necunoscută (C_{SA}, C_{SB}), iar orientările lor vor fi:

$$\theta_{SA}=\theta_o+C_{SA}$$

$$\theta_{SB}=\theta_o+C_{SB}$$

Exemplu numeric: cu teodolitul dezorientat în staţia S (Fig.93), s-a efectuat o citire pe direcţia SM: $C_{SM}=215^g35^c00^{cc}$; cunoscînd orientarea $\theta_{SM}=276^g58^c00^{cc}$, rezultă că

$$\theta_o=276^g58^c00^{cc}-215^g35^c00^{cc}=61^g23^c00^{cc}$$

Efectuînd o citire pe direcţia SA, cu valoarea $C_{SA}=92^g45^c00^{cc}$ rezultă

$$\theta_{SA}=61^g23^c00^{cc}+92^g45^c00^{cc}=153^g68^c00^{cc}$$

Obţinînd o citire pe direcţia SB, cu valoarea C_{SB}=

$=134^g27^c00^{cc}$, rezultă

$$\theta_{SB}=61^g23^c00^{cc}+134^g27^c00^{cc}$$

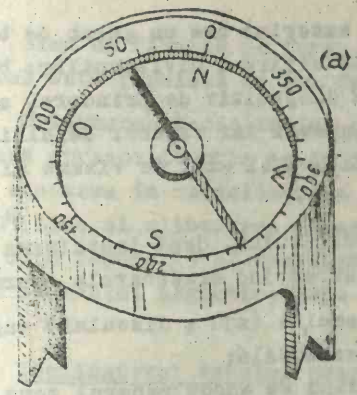
Orientarea teodolitului

Orientarea unui teodolit se poate realiza în mai multe feluri: pe o direcţie de orientare cunoscută, cu declinatorul ş.a.

- Orientarea pe o direcţie de orientare cunoscută: dacă în staţia S (Fig.93) se cunoaşte orientarea unei direcţii SA ($\theta_{SA}=153^g68^c$), după instalarea teodolitului în staţie, se roteşte luneta în plan orizontal pînă cînd reperul zero alidad va ajunge în dreptul diviziunii de pe limb θ_{SA}; se blochează mişcarea azimutală, se eliberează mişcarea generală şi se vizează cu luneta pe direcţia punctului A din teren. In momentul punctării exacte, se blochează mişcarea generală, iar teodolitul se consideră orientat, respectiv diviziunea 0^g a limbului se află pe direcţia nord. Pentru verificare se poate îndrepta luneta pe o altă direcţie de orientare cunoscută (θ_{SB}); dacă după vizarea exactă a punctului B se va citi la limb valoarea θ_{SB}, teodolitul se poate considera orientat.

- Orientarea teodolitului cu busola anexă. O busolă anexă la teodolit posedă ca părţi componente principale: un ac magnetic, un cerc gradat de obicei în 400^g numerotate în sens invers orar, un buton de blocare a acului magnetic şi un dispozitiv de fixare pe furca teodolitului. Modelele mai vechi, anexe la teodolitele clasice (Fig.94 a şi b) sînt mai simple, avînd cercul gradat fix şi acul magnetic mobil în interiorul acestuia. Ele se montează pe teodolit astfel încît direcţia diviziunilor 0^g-200^g ale cercului gradat este situată în acelaşi plan vertical cu axa de vizare a lunetei (Fig.94-a) sau într-un plan vertical paralel (Fig.84-b).

Modelele moderne, cum este busola anexă la teodolitele Zeiss (Theo-020, Theo-020A ş.a.) prezintă modificări (Fig.95): posedă, în locul acului magnetic, un disc magnetic mobil, avînd pe margine un cerc gradat în 400^g şi care se roteşte în interiorul unei rame metalice circulare, pe care se află o liniuţă-reper, în dreptul căruia se efectuează citirile şi totul fiind acoperit de



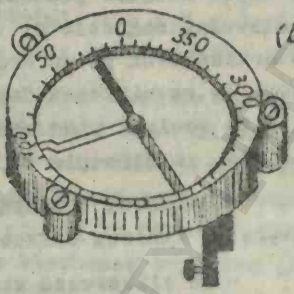


Fig. 94 Busole anexe la teodolite clasice

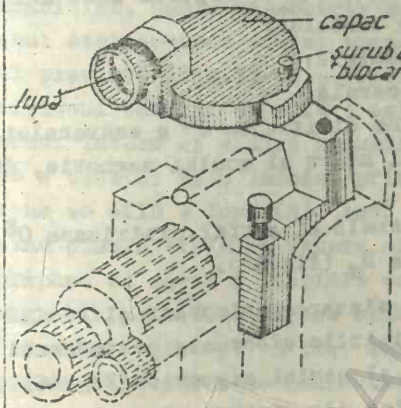


Fig. 95 Busola anexă la teodolite Zeiss

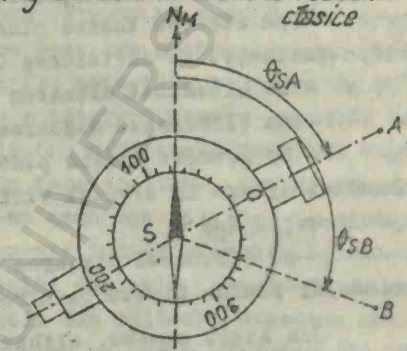


Fig. 96 Măsurarea orientărilor cu busola

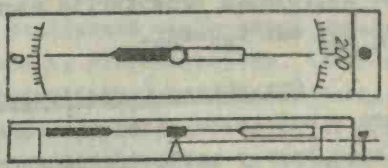


Fig. 97. Declinator dreptunghiular

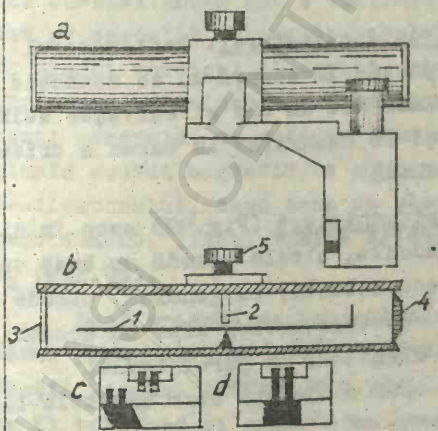


Fig. 98 Declinatorul tubular Zeiss

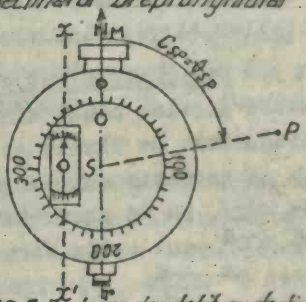


Fig. 99 Orientarea teodolit cu declinat

un capac metalic protector; în exterior are un şurub de blocare a discului magnetic şi o lupă de citire a diviziunilor; busola se articulează pe un braţ cu un dispozitiv de prindere, astfel încît ea se situează deasupra lunetei iar reperul de citire se află în acelaşi plan vertical cu cel al axei de vizare şi spre înainte, în direcţia de vizare.

In vederea orientării teodolitului, după instalarea în staţie şi fixarea busolei, se întreprind următoarele operaţiuni:

- se eliberează mişcarea acului (sau a discului) magnetic;
- se eliberează mişcarea azimutală;
- se roteşte luneta pînă cînd se aduce reperul zero alidad în coincidenţă cu diviziunea 0^g a limbului;
- se blochează mişcarea azimutală;
- se eliberează mişcarea generală;
- se roteşte luneta pînă cînd diviziunea 0^g a cadranului busolei ajunge în dreptul vîrfului negru al acului magnetic, deci pe direcţia $\bar{N}_M$;
- se blochează mişcarea generală şi astfel diviziunea 0^g a limbului rămîne fixată pe direcţia N_M (Fig.92).

Din acest moment, eliberînd mişcarea azimutală şi vizînd diverse direcţii (SA, SB etc.), citirile efectuate pe cadranul busolei în dreptul vîrfului negru al acului magnetic (Fig.96) vor reprezenta orientările magnetice ale acestor direcţii, deci $C_{SA}=\theta_{SA}$ sau $C_{SB}=\theta_{SB}$.

- <u>Orientarea teodolitului cu declinatorul</u>. Declinatorul este o busolă mai deosebită ce posedă în esenţă un ac magnetic plasat într-o cutie dreptunghiulară sau un tub şi serveşte atît la orientarea teodolitului cît şi la măsurarea în teren a orientărilor direcţiilor vizate cu luneta.

<u>Declinatorul cu cutie dreptunghiulară</u> (Fig.97) este în diverse modele: unele sînt independente, altele posedă un braţ cu dispozitiv de fixare pe furca teodolitului. In general, posedă un ac magnetic mai lung, iar la capetele cutiei cîte un sector de cerc, cu un număr limitat de diviziuni în jurul liniei 0^g-200^g, sau avînd marcate prin cîte o liniuţă doar capetele liniei 0^g-200^g.

Cînd se fixează pe furca teodolitului, axa xx' a declinatorului este paralelă cu axa de vizare Or a lunetei (Fig.99).

Orientarea teodolitului cu un astfel de declinator se realizează aproape identic ca în cazul utilizării busolei anexe: după aducerea în coincidență a reperului zero alidad cu diviziunea 0^g limb și eliberarea mișcării generale, se rotește luneta pînă cînd reperul O al declinatorului ajunge în dreptul vîrfului negru al acului magnetic, după care se blochează mișcarea generală.

Declinatorul tubular prezintă (Fig.98-a) față de cel dreptunghiular, unele deosebiri: nu are cerc sau sector de cerc gradat; unul din capetele acului magnetic (1) este întors în sus la 90° și prezintă (Fig.98-b) o pinulă - o tăietură foarte îngustă; în mijlocul tubului se află o oglindă (2) care arată imaginea capătului întors al acului magnetic în fața acestuia. Partea din spate a tubului este închisă printr-un geam mat (3), iar la capătul opus se află o lupă (4). Acul magnetic indică direcția N_M atunci cînd pinula vîrfului întors al acului magnetic (Fig.98-d) se suprapune cu aceea a imaginii acestuia din oglindă. Mișcarea acului magnetic este blocată sau eliberată cu un șurub exterior (5). Tubul este montat pe un braț adecvat prevăzut cu un dispozitiv de prindere pe furca teodolitului.

Orientarea teodolitului se realizează ca în cazul utilizării busolei anexă sau a declinatorului dreptunghiular. Odată montat pe teodolit, direcția tubului declinatorului devine paralelă cu planul vertical al axei de vizare a lunetei. Ca urmare, după obținerea coincidenței zerourilor teodolitului și eliberarea mișcării generale, se rotește luneta în plan orizontal pînă cînd pinula acului magnetic se suprapune cu imaginea sa din oglinda declinatorului, după care se blochează mișcarea generală. Din acest moment, limbul rămîne orientat cu diviziunea 0^g pe direcția N_M (Fig.99).

După orientarea teodolitului cu declinatorul, eliberînd mișcarea azimutală, se pot măsura direct orientările diverselor direcții vizate. Astfel (Fig.99), o citire la limb pe direcția SP va fi totodată și orientarea acestei direcții ($C_{SP}=\theta_{SP}$).

LUCRAREA PRACTICA nr.8

8. FOLOSIREA BUSOLELOR IN MASURAREA UNGHIURILOR

8.1. Generalităţi

Busola este un instrument care se întrebuinţează pentru: determinarea punctelor cardinale, măsurarea azimutului magnetic al unei direcţii, măsurarea unghiurilor, orientarea hărţii, deplasarea în teren după un azimut magnetic dat.

Specialiştii deosebesc două mari grupe de busole: a) busole topografice propriu-zise (cu lunetă sau cu disc) şi b) busole simple (de buzunar sau de mînă, fără lunetă).

Busolele topografice propriu-zise sînt în general mai mari şi servesc la măsurarea directă în teren a orientării laturilor unghiurilor, respectiv a azimutului magnetic, cu o precizie sporită. Din această categorie se remarcă în mod deosebit: busolele tahimetru cu ac, care sînt înzestrate cu limb şi ac magnetic şi busolele teodolit cu disc, care sînt busole moderne şi au avantajul că în locul acului magnetic, posedă un disc circular gradat care oscilează în plan orizontal faţă de un reper şi care uşurează citirea şi măreşte precizia de citire a orientărilor magnetice.

Busolele simple, care fac obiectul acestei lucrări practice, au dimensiuni reduse, putînd fi purtate în buzunar sau la mînă şi sînt utilizate la orientarea în teren, sau la măsurarea aproximativă a unghiurilor şi azimuturilor magnetice, în cadrul unor ridicări topografice expeditive şi de recunoaştere. In principal, aceste busole sînt alcătuite dintr-o cutie, unele cu capac, în care se află un ac magnetic ce oscilează în jurul unui pivot, un limb gradat sexagesimal, centesimal sau în miimi şi un vizor simplu. Toate părţile metalice sînt din aliaje antimagnetice. Din această categorie, cele mai utilizate sînt: busola tip Bl-69 (I.O.R), busola tip turism, busola "Didactică" şi busola minieră.

8.2. Busola tip Bl-69 (I.O.R)este de fabricaţie românească, după modelul "Bézard", şi este una din busolele simple care asigură o bună precizie în măsurătorile efectuate. Se compune din

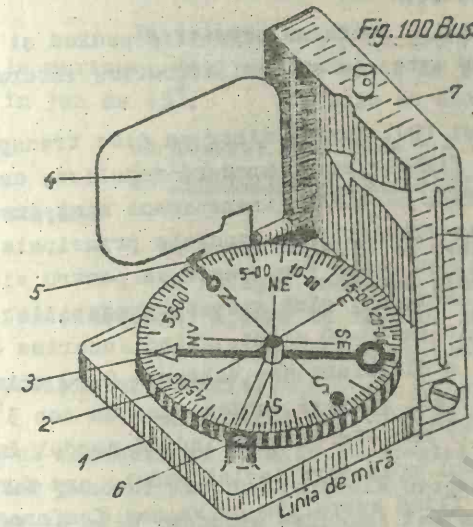
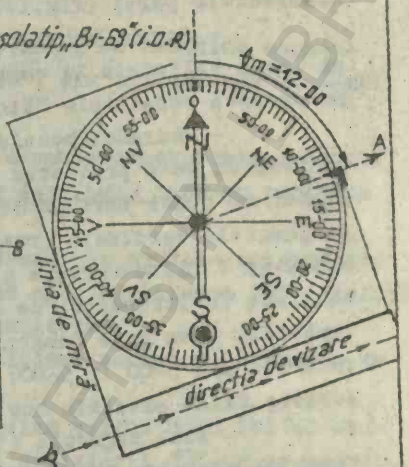


Fig. 100 Busola tip „Br-69" (i.o.R)



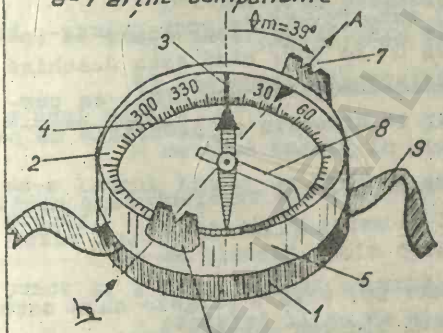


Fig. 101 Busola tip „Turism" I-4

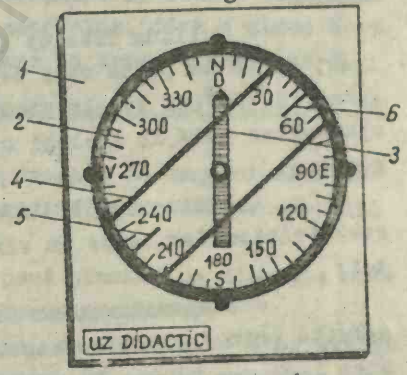


Fig. 102 Busola pentru uz didactic

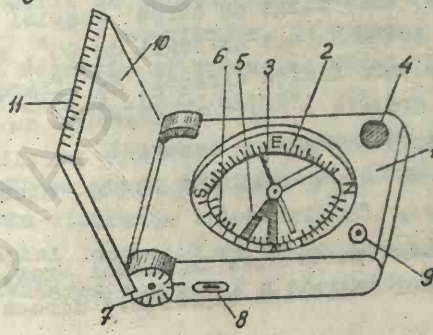


Fig. 103 Busola geologică „69-Freiberger" cu indicator de pantă:
1. corpul busolei; 2. limb cu diviziuni sexagesimale; 3. vîrful acului magnetic; 4. buton de blocare a acului magnetic; 5. clinametru; 6. diviziuni clinometrice; 7. limb vertical (indicator de pantă); 8. nivelă tubulară; 9. nivelă sferică; 10. capac; 11. riglă gradată.

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

următoarele părți (Fig.100-a):

- Corpul busolei (1), de formă paralelipipedică și cu un locaș cilindric în care este așezat acul magnetic; latura sa dreaptă constituie "linia de mirá";

- Cadranul busolei (2), format dintr-un disc transparent și un geam protector fixate într-o montură metalică; cadranul se poate roti pe corp; pe discul transparent sînt înscrise punctele cardinale (roza vînturilor), punctele principale N,S,E și V fiind marcate și cu semne fosforescente pentru vizibilitate la întuneric; de asemenea, sînt gravate gradațiile limbului, care este împărțit în 60-00 miimi, fiind înscrise doar valorile din 5-00 în 5-00; o diviziune are valoarea 0-50 miimi, aceasta fiind precizia busolei, și care echivalează cu cca 3°;

- Acul magnetic (3) are vîrful care indică nordul în formă de săgeată, iar capătul opus care indică sudul, are forma de cerculeț, ambele capete fiind acoperite cu vopsea fosforescentă.

- Oglinda busolei (4) este fixată de corp printr-o balama, încît se poate roti de la 0° la 90°; cînd este deschisă între 45°-60° și busola ținută la înălțimea ochiului, ea permite să se vadă în același timp cu direcția și notațiile de pe cadran;

- Indicele (5), în dreptul căruia se efectuează citirea diviziunilor, este un vîrf de metal fixat de corpul busolei;

- Dispozitivul de fixare (6) este o pîrghie care este apăsată prin închiderea capacului blocînd automat acul magnetic;

- Capacul busolei (7) este fixat de corpul busolei prin două șuruburi, se poate deschide sub un unghi de 90°, are imprimată pe mijloc o săgeată care indică direcția de vizare, iar pe partea exterioară are gravată o riglă milimetrică cu lungimea de 50 mm, servind la măsurători pe hartă; pe părțile laterale, capacul are cîte o fantă - pinulă simplă (8), alcătuind vizorul busolei.

Gradațiile limbului sînt numerotate în sensul orar, încît valorile citite în dreptul indicelui reprezintă direct

valoarea azimutului magnetic în miimi; direcţia diviziunilor 0-3000 coincide ca direcţia N-S.

In vederea oricărei operaţiuni, se deschide capacul la maximum, deci sub un unghi de 90^0, iar oglinda sub un unghi în jur de 45^0.

Cu această busolă se pot efectua următoarele lucrări:

a) Determinarea punctelor cardinale într-un punct de staţie:

- se aşează busola cu cadranul în poziţie orizontală;
- se roteşte cadranul pînă cînd diviziunea "O" (liniuţă fosforescentă) ajunge în dreptul indicelui;
- se ridică busola la înălţimea ochiului, ţinînd-o în poziţie orizontală;
- se roteşte busola pînă cînd vîrful nord (N) al acului magnetic se va afla în dreptul diviziunii "O" de pe cadran, iar punctul fosforescent din dreptul direcţiei (S) de pe cadran se va afla deasupra cercului fosforescent al acului magnetic;
- privind prin pinulele capacului, fără a mişca busola, se poate materializa prin repere în teren direcţia N-S.

b) Măsurarea azimutului magnetic al unei direcţii şi a unui unghi:

- se ţine busola în mîna dreaptă cu degetul arătător de-a lungul liniei de mîră şi se ridică la înălţimea ochiului drept;
- se vizează, prin cele două pinule, pe direcţia unui punct A, a cărui azimut magnetic trebuie măsurat;
- păstrînd linia de vizare, se roteşte cu mîna stîngă cadranul pînă cînd cercul fosforescent al acului magnetic este acoperit de punctul fosforescent al cadranului (Fig.100-b);
- se citeşte, în dreptul indicelui valoarea azimutului magnetic al direcţiei vizate, în miimi (ex.: în Fig.100-b, valoarea θ_m=12-00 miimi).

Măsurarea unui unghi între două direcţii S1 şi S2, dintr-un punct de staţie S_2 se poate realiza folosind metoda "prin diferenţa orientărilor", avînd în vedere că o citire în dreptul indicelui pe orice direcţie vizată este totodată şi orientarea magnetică a acesteia. Unghiul va fi

$$\omega = \theta_{mS2} - \theta_{mS1}$$

c) Orientarea hărţii

- se aduce reperul "O" al cadranului în dreptul indicelui;

- se plasează busola pe hartă (în poziţie orizontală) astfel încît linia de miră să fie paralelă cu axa OY, iar săgeata de pe capac să fie orientată cu vîrful spre nordul caroiajului;

- se roteşte harta pînă cînd vîrful nord al acului magnetic se va afla în dreptul indicelui; în acest moment harta se consideră orientată.

d) Deplasarea în teren după un azimut magnetic dat. O astfel de deplasare se efectuează cu ajutorul unor repere intermediare.

- In punctul de plecare se înregistrează azimutul magnetic dat în dreptul indicelui;

- Se ridică busola la înălţimea ochiului şi se roteşte pînă cînd diviziunea "O" a cadranului ajunge în dreptul vîrfului (N) al acului magnetic;

- Se vizează apoi prin vizorul capacului un reper din teren determinînd direcţia; distanţa pînă la reper se apreciază sau se poate măsura cu dublul pas;

- în punctele intermediare se procedează în acelaşi mod pînă se ajunge la punctul final.

Condiţii de păstrare-depozitare:

- busola se aşează cu geamul în sus astfel încît capătul (N) al acului magnetic să fie orientat spre nord;

- busola se va aşeza la o depărtare de peste 2 m de obiecte feroase;

- păstrarea se va face în locuri uscate cu umiditate relativă sub 65%.

8.3. Busola tip "Turism" I-4 (românească)

Este o busolă simplă, avînd şi o curea pentru a fi purtată la mînă. Posedă următoarele părţi componente (Fig.101):

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

- corpul busolei (1), fiind de formă rotundă şi confecţionat din ebonită neagră;

- cercul gradat (2), care este fix şi divizat în sistemul sexagesimal; diviziunea "O" (3), considerată pe direcţia (N) este o liniuţă mai proeminentă acoperită şi cu vopsea fosforescentă; limbul cuprinde de fapt două cercuri gradate - un cerc interior, cel principal, împărţit în 360^0 în sensul direct orar, avînd notate valorile din 15^0 în 15^0, o diviziune fiind egală cu 3^0, reprezentînd precizia busolei şi un cerc exterior, secundar, împărţit în 60' în sens invers orar şi avînd notate valorile din 5' în 5';

- acul magnetic (4), avînd vîrful nordic (N) ascuţit şi acoperit cu vopsea fosforescentă;

- cercul vizor (5), acoperit de un geam protector, care se roteşte pe corpul busolei şi pe care este montat un vizor central compus din două părţi - o crestătură cu rol de pinulă ocular (6) şi un vîrf ascuţit cu rol de pinulă obiectiv (7), asemănător vizorului unei puşti;

- pîrghia de blocare a acului magnetic (8)

- cureaua (9) pentru prinderea busolei la mînă.

Precizia acestei busole este, aşadar, egală cu aceea a busolei tip "Bl-69" şi anume de 3^0, dar citirea azimutului magnetic se efectuează cu o mai mică exactitate, în dreptul celor doi indici, ca două vîrfuri de săgeată cu vopsea fosforescentă de la baza celor două pinule.

Cu această busolă se pot efectua aceleaşi operaţiuni ca în cazul busolei anterioare.

Pentru măsurarea azimutului magnetic al unei direcţii SA se procedează astfel:

- într-un punct de staţie S, se ţine corpul busolei în mîna dreaptă şi se eliberează mişcarea acului magnetic, aşteptînd să se stabilizeze pe direcţia N_m;

- cu mîna stîngă, se roteşte cercul vizor (5) pînă cînd se prinde în planul de vizare direcţia SA;

- apoi, cu mîna dreaptă se roteşte corpul (1) cu cercul gradat (2) pînă cînd diviziunea "O" a acestuia ajunge la

capătul (N) al acului magnetic, menţinînd mereu vizorul pe direcţia SA;

- se va citi apoi valoarea azimutului magnetic în dreptul indicelui de la baza oglinzii, deci a pinulei obiectiv (7); astfel, în Fig.101,

$$\theta_{mSA} = 30^0+3 \text{ diviziuni} = 30^0+9^0=39^0$$

Unghiul dintre două direcţii, se va determina prin diferenţa dintre azimuturile acestora.

Pentru a afla azimutul adevărat, se adaugă la azimutul magnetic, măsurat cu busola, valoarea declinaţiei magnetice a locului, cu semnul ei (+) sau (-).

8.4. Busola pentru uz didactic

Este una din cele mai simple busole şi este confecţionată numai din mase plastice, singura piesă metalică fiind acul magnetic şi pivotul. Cuprinde următoarele părţi componente:

- un suport dreptunghiular (1) pe care se află gravate diviziunile cercului gradat (2), în sistemul sexagesimal; pe cercul gradat sînt notate valorile din 30^0 în 30^0, creşcînd în sensul direct orar; cercul cuprinde 48 diviziuni, încît precizia (valoarea celei mai mici diviziuni) este de numai $7^0,30'$; pe cerc mai sînt notate punctele cardinale principale N,S,E şi V, iar diviziunea "0" coincide cu direcţia N; totodată, direcţia N-S, sau 0^0-180^0, este paralelă cu laturile lungi ale suportului;

- acul magnetic (3), avînd vîrful N ascuţit şi cu vopsea roşie şi nefiind prevăzut cu pîrghie de blocare;

- o carcasă protectoare din material transparent care se roteşte deasupra limbului şi are şi rolul de vizor: pe partea superioară există două linii paralele (4) directoare, iar între ele, pe mijlocul busolei, două liniuţe (5;6) cu rol de indici pentru direcţiile N şi S şi cu ajutorul cărora, se pot efectua vizări aproximative pe diverse direcţii şi citirea azimutului magnetic,

Busola a fost confecţionată în scopuri didactice şi

neavînd pîrghie de blocare a acului magnetic, nu poate fi purtată pe teren. Incăsă-sală, permite efectuarea următoarelor operaţiuni:

- Determinarea punctelor cardinale: se aşează busola pe o masă orizontală, acul magnetic orientîndu-se pe direcţia N; se roteşte suportul pînă cînd diviziunea "0" a limbului ajunge în dreptul vîrfului roşu (N) al acului magnetic; din acest moment, direcţiile cardinale principale sînt date de notaţiile N,S,E şi V de pe cercul gradat.

- Măsurarea unui azimut magnetic: după efectuarea operaţiunii anterioare, menţinînd suportul fix pe direcţia N, fie pe masă, fie ridicat cu mîna dreaptă la nivelul ochiului, într-un punct S, se roteşte, cu mîna stîngă, capacul protector, vizînd pe direcţia indicilor 5 şi 6 spre un punct A; citirea în dreptul indicelui (6) va reprezenta valoarea azimutului magnetic al direcţiei vizate SA (în Fig.102, citirea este $\theta_m = 45^0 + 3^0$ estimate $= 48^0$).

- Măsurarea unui unghi se poate efectua prin diferenţa azimuturilor magnetice, determinate pentru două direcţii vizate din acelaşi punct de staţie.

8.5. Busolele geologice

Există mai multe tipuri de busole geologice: unele sînt utilizate în lucrările miniere din subteran şi sînt denumite busole miniere (ex. busola suspendată tip Otto Fennel), altele sînt nelipsite în cartările geologice, deseori fiind utile pe teren şi geografilor-geomorfologi. Din această a doua categorie amintim:

- Busola geologică cu indicator de pantă tip "69-Freiberger" (R.D.G.), ale cărei părţi componente şi aspectul general se dau în Fig.103.

Fiind prin construcţie o busolă complexă, oferă posibilităţi multiple de utilizare în teren. Precizia limbului orizontal (2) al acestei busole este de 2^0, dar există busole de acelaşi fel cu o precizie de 1^0.

In afara măsurătorilor ce se efectuează cu busolele de mînă obișnuite, descrise mai sus, cu busola geologică se pot efectua și determinări specifice geologice: măsurarea direcției și a unghiului de înclinare a straturilor geologice, măsurarea plonjării (scufundării) și a înclinării etc., astfel că, în afara unghiurilor orizontale, ea permite și măsurarea unor unghiuri verticale - fie cu ajutorul limbului vertical (7) de la baza capacului, fie, mai ales, cu ajutorul clinometrului (5) și al diviziunilor clinometrice (6).

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

LUCRAREA PRACTICA NR.9

9. DETERMINARI ALTIMETRICE

9.1. Notiuni generale

Altimetria sau nivelmentul reprezintă acea parte a unei ridicări topografice (şi a topografiei, în general) care se ocupă cu determinarea poziţiei punctelor topografice faţă de planul de referinţă considerat, mai precis a depărtării punctelor pe verticală faţă de acest plan.

In esenţă, altimetria se ocupă cu determinarea celei de-a treia coordonate a punctului topografic, numită cota punctului şi notată cu H sau Z.

Stabilirea unei cote necesită determinarea depărtării pe verticală a punctului în raport cu o suprafaţă de referinţă perpendiculară verticalelor punctelor de pe ea, denumită suprafaţă de nivel. In altimetrie, suprafaţa de nivel de mare importanţă este aceea ce se confundă cu suprafaţa liniştită a mărilor şi oceanelor, presupusă prelungită şi sub continente (suprafaţa geoidului) şi care se numeşte suprafaţă de nivel zero (Fig.104) sau suprafaţă de bază.

Atunci cînd cota unui punct A (H_A) se stabileşte pornind de la suprafaţa de nivel zero (Fig.104), ea este denumită cotă absolută sau altitudinea punctului. Dacă la determinarea cotei unui punct B(H_B) se porneşte de la o suprafaţă de nivel oarecare, locală (S_{nL}), care poate fi de exemplu fundul unei văi, cota este relativă, fiind numită şi înălţimea punctului.

Cotele ce se determină deasupra geoidului sînt numite cote pozitive sau hipsometrice, iar cele sub suprafaţa de nivel zero sînt cote negative sau batimetrice.

Diferenţa de nivel (Δ_h sau Δ_H) dintre două puncte A şi B reprezintă depărtarea pe verticală dintre suprafaţa de nivel ce conţine punctul A (S_{nA}) şi suprafaţa de nivel a punctului B(S_{nB}). In altimetrie, determinarea diferenţei de nivel

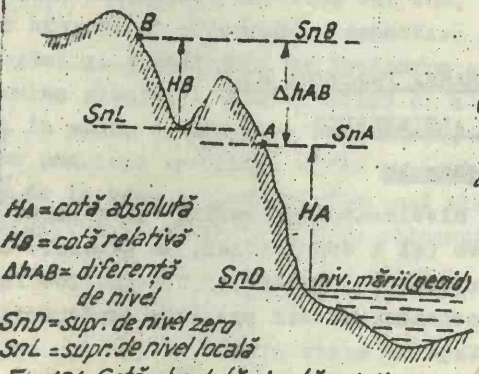


Fig. 104 Cotă absolută și cotă relativă

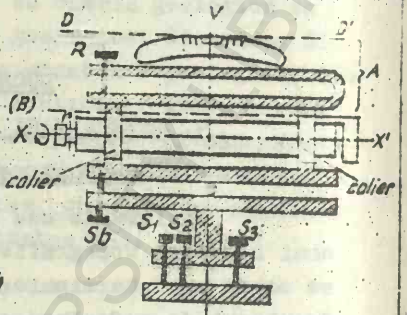


Fig. 105 Schema nivelului cu nivelă independentă

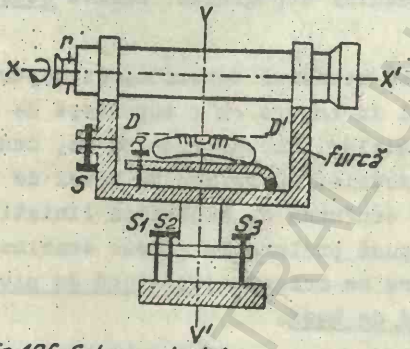


Fig. 106 Schema nivelului cu nivelă fixă

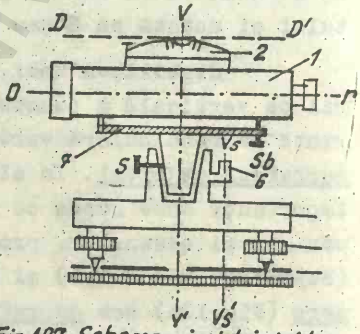
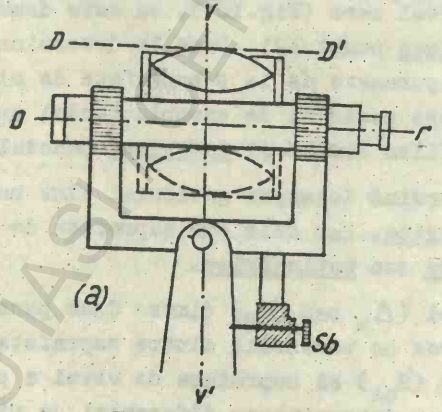


Fig. 107 Schema nivelului rigid cu șurub de basculare (fină calare)



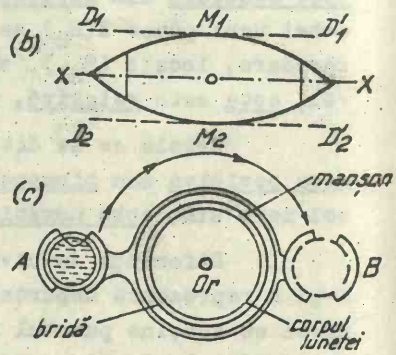


Fig. 108 Schema nivelului cu nivelă reversibilă

BCU IAȘI CENTRALA UNIVERSITARĂ LIBRARY

este o problemă esenţială deoarece, cunoscînd altitudinea unui punct A şi diferenţa de nivel faţă de un alt punct B, se poate determina altitudinea punctului necunoscut B. Astfel, în Fig. 104:

$$H_B = H_A + \Delta_{hAB}$$

În teren, planul topografic de proiecţie a punctelor corespunde ca poziţie cu suprafaţa unei ape liniştite şi este identificată cu ajutorul nivelelor cu bulă de aer ataşate instrumentelor topografice, iar direcţia verticalelor punctelor este stabilită cu firul cu plumb.

Pentru determinarea altitudinii punctelor, topografii pornesc de la reţeaua altimetrică de sprijin determinată de geodezi, prin metode de ridicare de mare precizie - nivelment geometric de precizie şi nivelment trigonometric de precizie - pornind de la <u>reperul zero fundamental</u> - un reper metalic fixat în cheiul unui port maritim şi care materializează nivelul mediu al mării celei mai apropiate. Pentru ţara noastră, acest reper se află în portul Constanţa.

În trecut se considera că toate punctele aflate pe aceeaşi suprafaţă de nivel au aceeaşi altitudine, aceeaşi depărtare faţă de suprafaţa de nivel "0" şi că toate suprafeţele de nivel sînt peste tot pe Glob, paralele.

Măsurătorile mai perfecţionate ulterioare au infirmat paralelismul suprafeţelor de nivel şi au arătat că pentru a defini corect o suprafaţă de nivel trebuie luate în considerare forţele care acţionează asupra ei: gravitaţia şi forţa centrifugă.

Faptul că intensitatea gravitaţiei (g) creşte de la ecuator la poli a arătat că suprafeţele de nivel nu pot fi paralele, depărtarea dintre ele fiind invers proporţională cu intensitatea gravitaţiei.

În funcţie de mărimea dinamică (gravimetrică) luată în considerare la definirea lor, altitudinile punctelor terestre pot fi de trei feluri:

- altitudine dinamică, la care se are în vedere gravitatia normală la latitudinea punctului determinat;

- altitudine ortometrică, la care se ia în consideraţie gravitatia medie de-a lungul verticalei punctului în cauză şi

- altitudine normală, care se determină pe baza gravitatiei normale medii de-a lungul normalei la elipsoid a punctului în cauză şi care a fost definită de prof.M.S.Molodenschi, în 1945.

In ţara noastră se foloseşte altitudinea normală. In mod practic, cele trei feluri de altitudine a unui punct se obţin aplicînd pentru fiecare o altă corecţie rezultatului obţinut în teren din măsurătorile altimetrice. Mai exact, în cazul determinărilor altimetrice geodezice la care distanţele dintre punctele de determinat sînt mari (de peste cîteva zeci de Km), diferenţele de înălţime constatate cu ajutorul instrumentelor nivelitice nu sînt egale cu diferenţele de nivel şi trebuie să se ţină seama de neparalelismul suprafeţelor de nivel, să se aplice corecţii specifice fiecărui fel de altitudine. In cadrul ridicărilor altimetrice topografice, distanţa dintre punctele de determinat altimetric este mică (de cîţiva Km sau chiar cîteva zeci de Km), încît se admite că suprafeţele de nivel sînt paralele; ca urmare diferenţele de nivel sînt egale cu diferenţele de înălţime dintre puncte, sau diferenţele dintre ele sînt mai mici decît erorile inevitabile obţinute din măsurători.

Ridicările altimetrice topografice se pot efectua prin mai multe feluri de nivelment: geometric (direct), trigometric (indirect), barometric (fizic) ş.a.

9.2. Nivelmentul geometric (direct)

Principiul nivelmentului geometric constă în obţinerea diferenţelor de nivel dintre puncte cu ajutorul unor linii orizontale de vizare, care se obţin cu ajutorul unui instrument specific denumit nivel sau nivelmetru. Distanţele verticale se citesc pe stadii sau mire, care pot fi cele folosite la măsurarea stadimetrică a distanţelor, sau altele speciale.

9.2.1. Instrumentele nivelmentului geometric

Pentru determinările altimetrice prin nivelment direct sînt necesare, în principal, o stadie şi un nivelmetru.

Stadiile pot fi acelea utilizate la măsurătorile stadimetrice. Însă, pentru obţinerea unei citiri corecte pe stadie, aceasta trebuie ţinută în poziţie verticală. Ca urmare, cele mai preferabile sînt stadiile prevăzute cu o nivelă sferică. In lipsa acestora, se poate balansa o stadie simplă pe direcţia nivelmetrului, efectuînd cîteva citiri; citirea corectă va fi aceea cu valoarea mai mică, ea fiind citirea pe stadie în poziţia verticală.

Nivelmetrele (nivelurile) sînt instrumente care realizează o linie de vizare orizontală şi se bazează pe un fenomen al gravitaţiei sau mai precis, pe echilibrul, fie al unui pendul, fie al unui lichid. In general, se deosebesc două mari categorii de niveluri: fără lunetă (simple) şi cu lunetă (propriuzise).

a. Nivelurile fără lunetă se pot confecţiona uşor şi repede. Se mai folosesc pe unele şantiere de construcţii. La aceste instrumente, planul orizontal de vizare se realizează, fie cu o riglă orizontală, fie pe suprafaţa unui lichid în echilibru. Astfel de niveluri sînt: Lata de nivelment - o riglă cu lungimea de 2-4 m avînd pe ea o nivelă torică sau o nivelă de zidar (boloboc); nivelul cu apă - constituit din două fiole de sticlă gradate, puse în comunicaţie printr-un tub orizontal şi avînd un lichid colorat; nivelul cu furtun de cauciuc - compus din două fiole de sticlă asemănătoare instrumentului anterior, dar legate printr-un furtun lung de cauciuc (10-20 m).

b. Nivelurile cu lunetă

Nivelul cu lunetă este singurul instrument utilizat pentru operaţiuni geodezice şi topografice, care pretind o precizie sporită în măsurarea înălţimilor. In esenţă, un astfel de nivelmetru este constituit dintr-o lunetă astronomică ansamblată cu o nivelă cilindrică sau un sistem pendular. Instrumentul se poate roti în jurul unei axe verticale sau pivot.

In general, luneta este stadimetrică, permiţînd şi măsurarea indirectă a distanţelor orizontale. Multe niveluri sînt înzestrate şi cu un cerc gradat orizontal, încît pot fi folosite şi pentru determinări planimetrice pe teren plan.

Nivelurile cu lunetă pot fi de două tipuri: niveluri cu nivelă şi niveluri automate sau pendulare.

Nivelmetrele cu nivelă

La aceste instrumente, orizontalitatea axei de vizare a lunetei se asigură cu ajutorul unei nivele asociate lunetei. Aceste tipuri de niveluri se clasifică astfel:

Niveluri cu lunetă mobilă: la acestea, luneta se sprijină pe un suport, avînd posibilitatea de a fi ridicată şi pusă cap la cap, sau de a se roti în jurul axei sale longitudinale. Această categorie cuprinde două tipuri:

- Nivelul cu lunetă mobilă şi nivelă independentă (Fig.105) are ansamblul A al nivelei şi suportul sprijinite pe colierele lunetei care poate fi şi detaşată; ansamblul A se poate pune cap la cap (cu 200^g) în jurul axei verticaleVV', iar luneta se poate roti cu 200^g în jurul axei geometrice XX'; corpul nivelei este susţinut de un suport cu trei şuruburi de calare (S_1,S_2,S_3) care se aşează pe un trepied; nivelul este prevăzut şi cu un şurub de fină calare (S_b) a nivelei torice şi două şuruburi R şi r pentru reglarea nivelei torice şi respectiv a plăcii reticulare; directricea DD' a nivelei torice este paralelă cu axa geometrică XX' a lunetei şi ambele trebuie să fie perpendiculare pe axa verticală VV'.

Precizia nivelului poate fi caracterizată printr-o eroare medie întîmplătoare de $\pm 1,5$ mm şi o eroare medie sistematică de $\pm 0,2$ mm pentru o diferenţă de nivel între două puncte situate la 100 m distanţă.

- Nivelul cu lunetă mobilă şi nivelă fixă (Fig.106) are nivela fixată pe suportul aparatului solidar cu axa principală VV', avînd şi un şurub de rectificare R; luneta poate suporta aceleaşi două mişcări ca la tipul anterior iar înclinarea ei poate fi reglată cu un şurub S aflat pe una din furci

Niveluri cu lunetă fixă (niveluri rigide): sînt aparate moderne, cărora le este caracteristic faptul că luneta şi nivela tubulară fac corp comun. Precizia lor sporită este determinată de robusteţea care asigură stabilitatea reglajelor, de precizia optică şi mecanică şi de fineţea călajului bulei de aer a nivelei. De asemenea, la aceste niveluri luneta nu poate fi separată de corpul instrumentului.

In vederea oricărei măsurători cu un astfel de nivel trebuie verificată şi realizată condiţia ca axa de vizare a lunetei (Or) să fie paralelă cu directricea nivelei torice (DD'). In general, aceste niveluri sînt înzestrate cu o nivelă torică solidară cu luneta şi a cărei calare se realizează cu ajutorul unui şurub de calare, sau cu o nivelă basculantă cu şurub de fină calare, ori cu o nivelă reversibilă (butoiaş).

De asemenea, astfel de aparate posedă o oglindă pentru observarea bulei de aer a nivelei torice, iar nivela torică este de obicei cu coincidenţă.

Din categoria nivelurilor rigide, prezentăm următoarele tipuri:

- Nivelurile rigide fără şurub de fină calare: au nivela torică fixată pe lunetă şi acest ansamblu se poate roti în jurul axei de rotaţie (VV') fixat pe un suport cu trei şuruburi de calare. Aparatul dispune şi de o nivelă sferică pentru calare aproximativă. Modul de utilizare este simplu: se calează aproximativ cu nivela sferică, apoi precis cu nivela torică; se observă bula de aer, calînd-o cît mai precis cu ajutorul şurubului celui mai apropiat de planul vertical care trece prin lunetă şi apoi se poate efectua citirea pe stadie. Nivelurile de acest tip (ex.:"Wild NKO1", "N1-060 Zeiss" ş.a.) sînt instrumente de şantier avînd o precizie mică; eroarea medie pe 1 Km de drumuri de nivelment este de ordinul a ±10-20 mm.

- Nivelurile rigide cu şurub de fină calare (basculare) sînt printre cele mai utilizate pentru măsurători de mare precizie. In general, sînt alcătuite din aceleaşi părţi componente ca şi nivelurile fără şurub de basculare şi anume (Fig. 107): o lunetă stadimetrică (1), nivelă torică (2), un suport

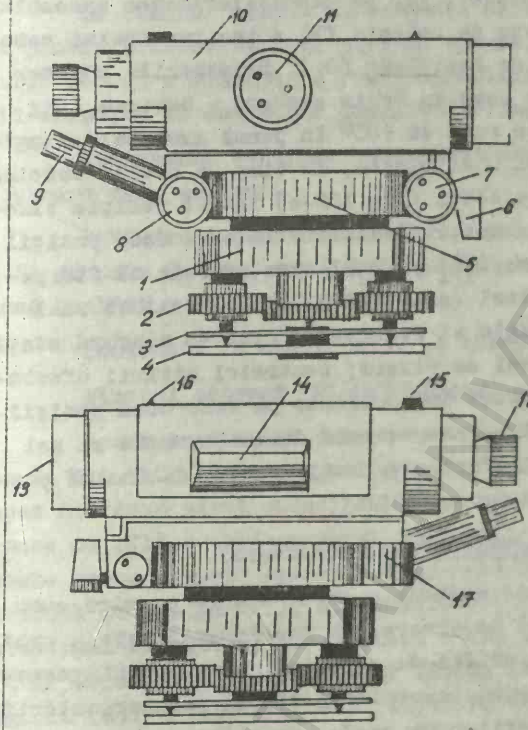
de bază (3) cu trei şuruburi de calare (4), placă flexibilă şi placă rigidă (5) şi o nivelă sferică (6); în plus posedă însă o pîrghie de basculare (7), articulată de ansamblul lunetă-nivelă torică, ce permite înclinarea fină a acestui ansamblu cu şurubul de fină basculare (S_b). Aceste aparate sînt înzestrate, de asemenea, cu cerc gradat orizontal şi alidadă, mişcarea azimutală (orizontală) fiind comandată printr-o clemă sau şurub (S) şi un şurub micrometric, iar luneta lor este prevăzută cu un şurub de focusare a imaginii. In vederea unor citiri corecte pe stadie, axa de vizare a lunetei (Or) trebuie să fie paralelă cu directricea nivelei torice (DD'), iar aceste linii imaginare trebuie să fie perpendiculare pe axa verticală de rotaţie a instrumentului (VV') şi axa nivelei sferice ($V_sV'_s$).

In această categorie se includ numeroase modele, cum sînt nivelurile: Zeiss Ni-030, Ni-030 cu micrometru optic şi Ni-004 (de mare precizie) Kern-GK23,GK-1; nivelul 35-E MOM (R.P.U), nivelul polonez "P_z", nivelurile sovietice N_1 (de foarte mare precizie), N2 (de precizie), N3 şi NT-pentru nivelmentul tehnic; Wild-N_2, N_3, N_{10}, NK_{10} NK_2 ş.a.

Nivelul "Ni-030" Zeiss-Jena cu limb este un nivel de precizie medie, prevăzut (Fig.109) cu un cerc orizontal din sticlă, la care citirile se efectuează cu un microscop cu scăriţă (9) a cărei precizie este de 10^c sau 10'. La acest nivel luneta este solidară cu o nivelă torică cu coincidenţă (14), prevăzută cu un sistem de prisme care aduce imaginea capetelor bulei într-un vizor ataşat lîngă ocularul lunetei şi a cărei calare se realizează cu un şurub micrometric de fină basculare (8). Acest nivel a fost destinat lucrărilor de precizie mijlocie cu stadii verticale obişnuite, dar, utilizînd o mină de invar şi echipînd nivelul cu un micrometru cu placă plan paralelă, poate fi folosit şi ca nivel de precizie. Menţionăm totodată că luneta este stadimetrică, încît, acest nivel poate fi utilizat şi în ridicări tahimetrice pe terenuri netede şi cu pantă mică.

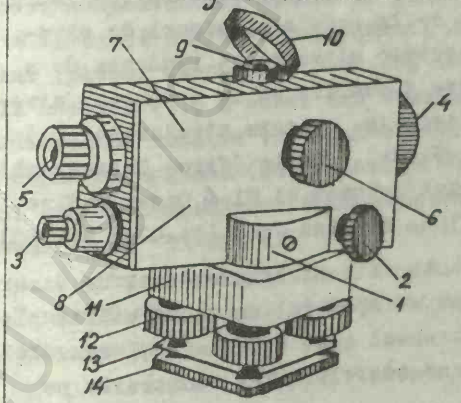
- Nivelurile cu nivela reversibilă au o schemă de

Fig. 109 Nivelul rigid „Ni-030" Zeiss



1. suportul de bază
2. şuruburi de calare
3. placa flexibilă
4. placa rigidă
5. cercul gradat şi cercul alidad
6. clema mişcării azimutale
7. micrometrul mişcării azimutale
8. şurubul de basculare şi de fină calare a nivelei torice
9. microscop cu scăriţă
10. lunetă topografică
11. şurub de focusare (cremalieră)
12. ocularul lunetei
13. obiectivul lunetei
14. nivelă torică (cu coincidenţă)
15. creştătură
16. cătare
17. nivelă sferică

Fig. 110 Nivelul automat „Ni-025" Zeiss



1. cercul gradat; 2. micrometrul mişcării azimutale; 3. microscopul cu scăriţă; 4. obiectivul lunetei; 5. ocularul; 6. şurubul de focusare; 7. poziţia prismelor sistemului de compensare; 8. poziţia corpului pendulului şi a sistemului de amortizare cu aer; 9. nivela sferică; 10. capacul cu oglindă al nivelei sferice; 11. suportul de bază; 12. şuruburi de calare; 13. placa flexibilă; 4. placa rigidă.

BCU LIBRARY

construcţie (Fig.108) asemănătoare cu nivelul rigid cu şurub de fină calare (Fig.107) prin două caracteristici: nivela este fixată pe o parte a lunetei, iar perpendicularitatea ansamblului nivelă-lunetă pe axa de rotaţie VV' a instrumentului este reglabilă cu un şurub de basculare (S_b). Deosebirile constau în următoarele: nivela este cu dublă curbură - butoiaş (Fig. 108-b); luneta se poate roti cu 200^g în jurul axei sale longitudinale, în interiorul unui manşon, în timp ce nivela butoiaş ajunge din poziţia iniţială A (Fig.108-c) într-o poziţie simetrică B. Nivela fiind observată succesiv în cele două poziţii are deci două directrice D_1D_1' şi D_2D_2' care trebuie să fie paralele. Astfel de niveluri (ex. Wild-N_2 ş.a.) prezintă unele avantaje: controlul simplu al reglajului dintr-o singură staţie şi pe aceeaşi mină a axei de vizare; controlul citirii efectuabe pe mină prin măsurători independente pe cele două poziţii ale lunetei ş.a. Totuşi, constructorii de instrumente şi mai ales beneficiarii lor preferă nivelurile rigide de înaltă precizie, robuste şi puţin dereglabile.

Nivelmentele automate (compensatoare).

Sînt instrumente moderne a căror citire pe mină este corectată în mod automat de eroarea de neorizontalitate a axei de vizare a lunetei. Cu astfel de niveluri, nivelmentul geometric se execută mai repede, economisind timpul necesar calării. Totodată, precizia lucrărilor nu scade, se evită erorile accidentale ce provin din oboseala omului iar randamentul de lucru pe teren este cu 40% mai mare ca la celelalte tipuri de niveluri. Pentru calităţile lor, aceste niveluri au tendinţa de a se impune tot mai mult în toate domeniile şi de a înlocui nivelurile rigide. Din această categorie, amintim nivelurile produse în U.R.S.S. (N.S-2 şi N.A.-Gusev), Italia (firma Salmoiraghi), R.F.G. (Ni 2-Opton, primul nivel automat şi Ni-4 Opton), Elveţia (Kern-GK_1A; Wild-NA2) şi de firma K.Zeiss-Jena (Ni-025; Ni-050).

La astfel de instrumente orizontalizarea axei de vizare a lunetei se realizează automat cu ajutorul unui dispozitiv plasat în interiorul lunetei pe traseul axei de vizare şi denumit compensator. Majoritatea compensatoarelor sînt construite pe

principiul pendulului şi sînt de două tipuri principale: compensatoare optice şi mecanice.

Ca urmare, aceste instrumente nu mai posedă nivelă tubulară pentru orizontalitatea axei de vizare, ci numai o nivelă sferică pentru a realiza un calaj aproximativ, în scopul asigurării cîmpului de acţiune a compensatorului.

Indiferent de tipul compensatorului, principiul de compensatoare este acelaşi.

După modul constructiv de realizare, compensatoarele pot fi grupate în trei categorii: pendulate, cu nivelă şi cu prismă lichidă.

Prezentăm în continuare, ca exemplu

Nivelul automat "Ni-025" Zeiss

Acest instrument (ale cărui părţi componente sînt arătate în Fig.110) are un aspect general modern şi simplu, fiind compus din două părţi principale: un suport de bază obişnuit pe care se află o cutie-carcasă paralelipipedică în care sînt montate toate piesele aparatului propriu-zis: cercul gradat orizontal şi alidada (1), micrometrul mişcării orizontale (2), microscopul cu scăriţă (3), luneta - din care se văd în exterior doar obiectivul (4), ocularul (5) şi şurubul de focusare a imaginii (6). Orizontalitatea liniei de vizare se realizează printr-un sistem de trei prisme (7) şi un pendul (8), ce alcătuieşte compensatorul montat în jumătatea posterioară a lunetei, la o distanţă d=f/4, între lentila de focusare şi planul reticular (planul imaginii). Deasupra cutiei se află montată o nivelă sferică (9), a cărei axă verticală este paralelă cu axa verticală de rotaţie VV' a nivelului şi care este prevăzută cu un capac cu oglindă (10) pentru observarea bulei deasupra. Acelaşi gen de compensator optico-mecanic se întîlneşte la nivelul automat Zeiss "Ni-050".

Precizia medie pe 1 Km de dublu nivelment este de ±0,7 mm folosind şi un micrometru optic şi de ±0,2 mm fără utilizarea acestuia.

9.2.2. Verificarea și rectificarea instrumentelor de nivelment geometric

In vederea executării nivelmentului geometric, indiferent de tipul nivelului, este obligatorie efectuarea unor verificări și rectificări, din care cea mai importantă este verificarea paralelismului axei de vizare (Or) cu directricea nivelei torice (DD') - pentru nivelurile cu nivelă și verificarea orizontalității liniei de vizare în domeniul funcțional al compensatorului pentru nivelurile automate.

Aceste verificări se realizează, pentru ambele tipuri de niveluri, în același mod, prin nivelment geometric din mijloc și de capăt (dublă staționare) al aceleiași linii din teren AB(Fig.111).

Pentru aceasta se așează instrumentul în stația S_1, exact la mijlocul distanței AB, încît practic cele două părți să fie de o lungime de 20-30 m. După ce se calează aparatul și bula de aer a nivelei torice se aduce între repere, se efectuează o citire a_1' pe mira verticală din A și o citire b_1' pe mira din B.

Axa de vizare fiind înclinată față de orizontală cu unghiul $\mathcal{L}$, citirile a_1' și b_1' vor fi eronate cu aceeași cantitate x (deoarece aparatul se găsește la distanțe egale $d_1=d_2$ față de A și B) și de același semn în raport cu citirile juste a_1 și b_1.

Din desen rezultă $a_1=a_1'-x$ și $b_1=b_1'-x$, de unde diferența de nivel exactă va fi

$$\Delta_h=a_1-b_1=(a_1'-x)-(b_1'-x)=a_1'-b_1' \qquad (9.1)$$

De aici rezultă că, executînd un nivelment geometric din mijloc, se elimină eroarea numită de colimație. Apoi se execută și un nivelment de capăt, staționînd cu aparatul în S_2 în exteriorul nivelelului, la 1,5-3 m în spatele punctului B. Calînd aparatul și nivela torică, se efectuează citirile a_2' și b_2' pe mirele din A și B, care, datorită erorii de colimație, vor diferi de citirile juste a_2 și b_2. Considerînd că unghiul $\mathcal{L}$

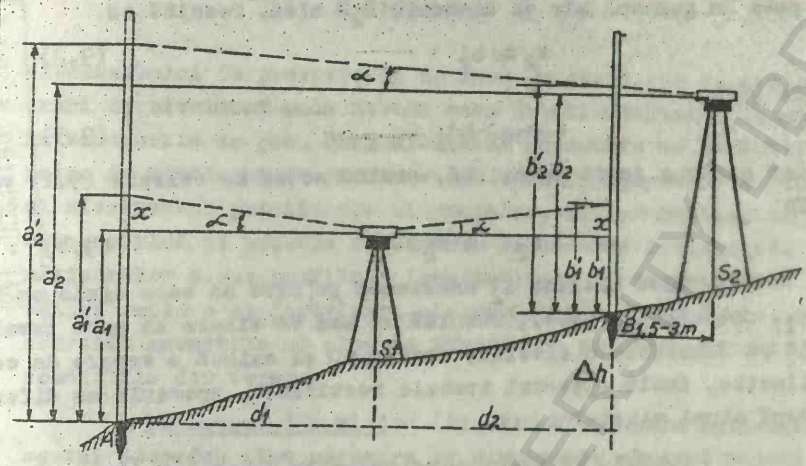
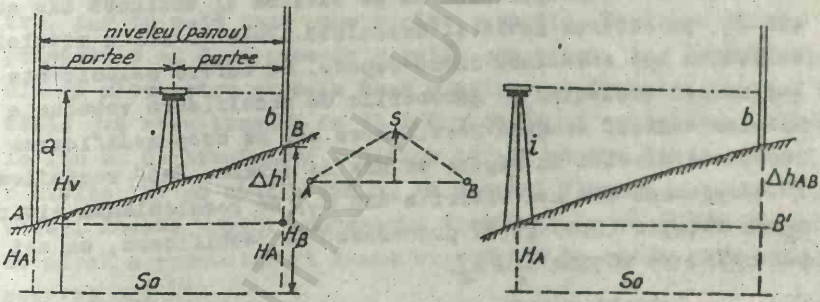


Fig. 111 Verificarea paralelismului între axa de vizare a lunetei și directricea nivelei tarice ($Or \parallel DD'$)



a. Procedeul din mijloc b. Procedeul de capăt (înainte)

Fig. 112 Nivelmentul geometric (direct)

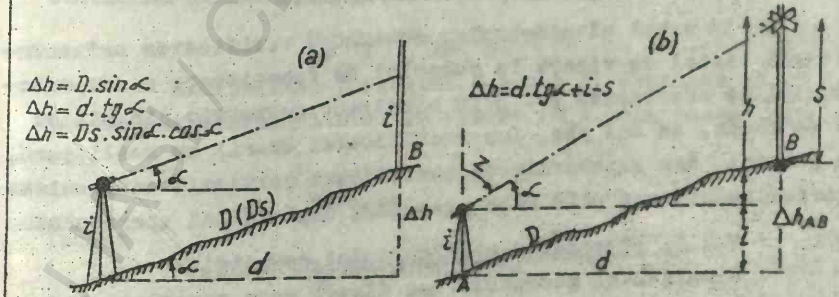


Fig. 113 Nivelmentul trigonometric (indirect)

BUCUREȘTI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

este în general mic şi distanţa S_2B mică, rezultă că

$$b_2 \approx b_2' \tag{9.2}$$

de unde

$$\Delta_h = a_2 - b'_2 \tag{9.3}$$

iar citirea justă calculată, ţinînd seama de relaţia (9.1) va fi

$$a_2 = h + b_2' \tag{9.4}$$

Dacă citirea a_2' efectuată pe mină nu este egală cu a_2, calculat cu (9.4), rezultă că axa de vizare nu este paralelă cu directricea nivelei, deci $\alpha \neq 0$ şi există o eroare de colimaţie, încît aparatul trebuie rectificat, operaţie ce diferă după tipul nivelului.

Astfel, în cazul nivelmetrelor rigide cu şurub de fină calare rectificarea se face prin basculareа nivelei torice în raport cu luneta, cu ajutorul şurubului de basculare, pînă cînd firul nivelor se deplasează de pe citirea a_2' obţinută din staţia S_2, pe citirea justă a_2 calculată. Bula de aer a nivelei torice nu mai este însă între repere. Se reface coincidenţa bulei de aer acţionînd de şuruburile de rectificare verticale ale nivelei torice. Această rectificare are ca scop modificarea directricei nivelei în raport cu axa de vizare. După rectificare se efectuează din nou citirile din S_2, se recalculează citirea a_2 cu relaţia (9.4) şi se procedează la rectificare, ca mai sus, pînă cînd se obţine $a_2 \approx a_2'$.

Această verificare necesită mult timp şi răbdare, încît se efectuează doar la intervale de timp mari, aparatele fiind robuste şi puţin susceptibile la dereglare.

In cazul nivelmetrelor automate, verificarea orizontalităţii liniei de vizare în domeniul de funcţionare a compensatorului se efectuează tot prin nivelment geometric din mijloc şi de capăt, ca mai sus, iar rectificarea erorii se realizează, în general, din şuruburile de rectificare verticale antagoniste ale reticulului, sau prin alte procedee, după tipul aparatului.

9.2.3. Procedeele nivelmentului geometric

Nivelmentul geometric sau direct este caracteristic

B.C.U. "M. EMINESCU" IAȘI

nivelmentului de precizie și de mare precizie, ca și acelor lucrări de nivelment unde metoda este mai avantajoasă, respectiv în terenurile de șes. Prin nivelment geometric se execută: rețeaua de nivelment de precizie (de bază); rețeaua de nivelment și nivelmentul propriu-zis al orașelor, al terenurilor cu înclinare mică și practic orizontale în vederea irigațiilor, canalizărilor ș.a.; profilele longitudinale și transversale ale căilor rutiere și feroviare, ale apelor ș.a. Procedeele nivelmentului geometric se aleg în funcție de precizia cerută și de condițiile din teren.

Procedeul din mijloc (Fig.112-a). Pentru aplicarea acestui procedeu sînt necesare un nivelmetru și două stadii. Dacă se dau două puncte, A de cotă cunoscută (H_A) și B de cotă necunoscută și situat mai sus decît A, pe aliniamentul AB și la mijlocul distanței dintre puncte, se așează în stație un nivelmetru, iar în cele două puncte cîte o stadie. Distanța dintre punctele A și B se numește nivelou sau paneu, iar depărtările dintre nivelmetru și cele două stadii sînt denumite portee. Porteile pot avea lungimi de 50-100 m și numai excepțional de pînă la 150 m. Se efectuează o citire (a) pe stadia din A și apoi o citire (b) pe stadia din B, în dreptul firului reticular nivelor. Aceste citiri reprezintă dinstanța în mm dintre suprafața de nivel a punctului și linia orizontală de vizare. Din figură rezultă că:

$$\Delta h_{AB}=a-b \qquad (9.5)$$

Cunoscînd altitudinea punctului A, atunci:

$$H_B=H_A+\Delta h_{AB}=H_A+(a-b) \qquad (9.6)$$

Altitudinea punctului B poate fi obținută și în funcție de altitudinea liniei de vizare (H_v). Din desen, rezultă că:

$$H_v=H_A+a \qquad (9.7)$$

încît:

$$H_B=H_v-b=(H_A+a)-b \qquad (9.8)$$

Dacă rezultatele obținute cu relațiile (9.6) și (9.8) coincid, se poate considera că altitudinea punctului B a fost

bine determinată.

In situația cînd punctul B necunoscut se află sub nivelul punctului cunoscut A, citirea (b) va fi mai mare decît citirea (a), încît Δh_{AB} va avea semnul negativ:

$$H_B = H_A - \Delta h_{AB}$$

sau

$$H_B = H_v - b$$

Procedeul din mijloc are și o variantă denumită nivelment geometric de la egală distanță (Fig.112-a), care se aplică atunci cînd terenul nu permite staționarea nivelmetrului pe aliniamentul AB ci lateral, dar la o distanță egală de cele două puncte (pe perpendiculara ridicată din mijlocul aliniamentului AB). In acest caz nivelul este mai mare decît distanța AB, dar relațiile pentru calcul sînt aceleași.

Procedeul din mijloc asigură precizia cea mai mare în executarea nivelmentului geometric, dar valoarea ei diferă în funcție de tipul instrumentului și al stadiei utilizate. Menționăm mai jos (Tabelul nr.15) precizia unor nivelmetre indicată de constructor în prospect:

TABELUL 15 - Precizia unor nivelmetre la 1 Km de dublu nivelment

Grupa de niveluri	Denumirea nivelului și firma constructoare	Precizia	
		Cu echipament normal și mîră centimetrică	Cu micrometru optic și mîră de invar
1	2	3	4
Niveluri obișnuite	Ni-004 (Zeiss-Jena)	-	±0,4 mm
	Ni-030 " "	±2-3 mm.....	±0,8
	Ni-060 " "	±5-6.....	... -
	N3 (Wild)	-	...±0,2
	GK 23 (Kern)	±2	...±0,5
Niveluri automate	Ni-002 (Zeiss-Jena)	±0,2 mm	... -
	Ni-007 " "	± 2	... ±0,7 mm
	Ni-025 " "	± 2,5	... -
	Ni-050 " "	± 5	... -
	Koni-007 " "	± 2-3.....	±0,5-0,8
	NA2 (Wild)	± 2	... -
	GK1A- (Kern)	± 2,5	-

BCU CLUJ CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Procedeul din capăt (înainte). In cazul acestui procedeu (Fig.112-b), nivelul este egal cu portea. Pentru determinarea diferenței de nivel dintre două puncte, A de cotă cunoscută (H_A) și B necunoscut, se așează nivelul în stația din capătul A, se măsoară cu o stadie verticală, înălțimea (i) la care se află luneta (axa de vizare a lunetei) și apoi se efectuează o citire (b) pe stadia din punctul necunoscut B, în dreptul firului nivelor. In cazul cînd punctul B se află deasupra nivelului punctului A:

$$\Delta h_{AB}=i-b \qquad (9.9)$$

Cunoscînd altitudinea punctului A, atunci

$$H_B=H_A+\Delta h_{AB}=H_A+(i-b) \text{ sau} \ldots\ldots\ldots\ldots (9.10)$$

$$H_B=H_v-b \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (9.11)$$

Atunci cînd punctul necunoscut B se află sub nivelul punctului cunoscut A:

$$H_B=H_A-\Delta h \qquad (9.12)$$

Precizia acestui procedeu este mai mică decît a celui din mijloc, deoarece valoarea lui (i) se determină cu o precizie de $\pm$1 cm, în timp ce precizia citirilor pe stadie este de $\pm$1 mm.

Metodele de nivelment geometric. Punctele a căror cotă se determină pot fi puncte ale rețelei de sprijin, puncte caracteristice pe anumite direcții (nivelment pe profile) sau puncte caracteristice de relief ale unor suprafețe (nivelment de suprafață). După obținerea cotelor, se poate reprezenta grafic reliefuI terenului pe anumite direcții (profile) sau pe suprafețe.

In vederea efectuării unei ridicări nivelitice, trebuie folosite metode de nivelment. Atunci cînd punctele trebuie să aibă și determinarea planimetrică, se urmărește ca odată cu ridicarea nivelitică să se efectueze și ridicarea planimetrică, încît să se mărească randamentul ridicărilor.

Metodele de nivelment geometric mai frecvent utilizate sînt: metoda drumuirii, metoda radierii, metoda profilelor sau combinații de drumuri cu radieri, drumuri cu profile etc.

Tabelul nr. 16 Tabelul tip pentru înscrierea datelor unei ridicări prin nivelment geometric

Operator: _____
Instrumentul: Ni-004 Zeiss
Starea atmosferică: bună

Traseul: $P_1 - P_2$
Data: 10-VI-1988

Stația	Nr. punct vizat	Distanțe între punctele	CITIRI PE STADIE						Diferențe de nivel			Cota planului de vizare	Cota	Nr. punct cotat	Schița / Observații
			înapoi		intermed.		înainte		Proviz. ±	Definitive ±					
			Sus / Jos	Medii	Sus / Jos	Medii	Sus / Jos	Medii							
S_1	P_1										DRUMUIREA DE NIVELMENT GEOMETRIC $P_1 - P_2$				
	101														
S_2	101														
	102														
S_3	102														
	103														
S_4	103														

BCU CLUJ CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Datele unei ridicări prin nivelment geometric se înscriu într-un carnet cu un tabel tip (Tabelul nr.16).

9.3. Nivelmentul trigonometric (indirect)

Principiul nivelmentului trigonometric este acela al liniilor înclinate de vizare.

Nivelmentul trigonometric mai este denumit și indirect întrucît diferențele de nivel dintre puncte se obțin indirect, prin calcule cu ajutorul unor formule trigonometrice.

Precizia nivelmentului trigonometric este mai mică decît aceea a nivelmentului geometric, deoarece pentru calcule este necesară măsurarea în teren a două elemente: distanța dintre puncte și unghiul de înclinare (de pantă) a terenului. Totuși, aceasta este tipul de nivelment care se aplică în regiunile accidentate.

Instrumentele necesare pentru nivelmentul trigonometric sînt acelea ce măsoară distanțe și unghiuri verticale. Distanțele pot fi măsurate și pe cale directă și în aceste cazuri, sînt utilizate etăloane corespunzătoare. Însă pentru rapiditatea măsurătorilor, se utilizează mai frecvent instrumente care servesc atît la măsurarea pe cale optică, indirectă a distanțelor, cît și la determinarea unghiurilor verticale. De aceea, instrumentele cele mai frecvent utilizate sînt tahimetrele și mirele topografice.

Pentru măsurarea unghiurilor verticale cu teodolitul sau tahimetrul, se efectuează citiri la cercul vertical al acestora. În vederea măsurării corecte a unghiului vertical este necesar ca teodolitul-tahimetru să fie bine verificat în ce privește cercul vertical. Unghiul vertical măsurat se citește cu atît mai exact cu cît reperele zero ale colimetrului sînt aduse mai corect în poziție orizontală. Calarea reperelor zero ale colimetrului se realizează cu ajutorul nivelei torice sau periboare, la tahimetrele clasice și automat, cu un dispozitiv propriu pendular, la aparatele moderne.

În scopul determinării valorii celei mai apropiate de realitate a unghiului vertical și al eliminării erorilor, aceste

se măsoară din ambele puncte între care se determină diferența de nivel. Totodată, se are în vedere că cercul vertical nu este reiterator, fiind fixat la lunetă, însă nu se pot aplica metode de măsurare a unghiurilor de mai multe ori ca în cazul unghiurilor orizontale.

În cazul nivelmentului trigonometric, ca și în acela al nivelmentului geometric, se au în vedere două variante, fiecare având avantaje și dezavantaje: dacă se execută un nivelment la distanțe mici (300-400 m) nu se ia în considerare eroarea de sfericitate și aceea de refracție atmosferică, în timp ce nivelmentul la distanțe mari (de peste 400 m) ia în considerare efectul acestor erori. Ca urmare, în topografie, nivelmentul trigonometric se aplică pentru determinarea cotelor unor puncte aflate la distanțe mai mici de 400 m.

Metodele nivelmentului trigonometric sînt similare cu metodele drumuirii și radierii planimetrice. Ridicările nivelitice pe cale trigonometrică se efectuează de obicei simultan cu ridicarea planimetrică pentru următoarele motive:

- nivelmentul trigonometric se execută cu tahimetrul, cu care se realizează și ridicarea planimetrică;

- elementele esențiale ale nivelmentului se măsoară de obicei și pentru necesitățile planimetriei (reducerea distanțelor la orizont);

- în vederea reprezentării reliefului trebuie cunoscută și poziția planimetrică a punctelor.

Datele necesare unei ridicări nivelitice, combinată cu o ridicare tahimetrică planimetrică, se înscriu într-un carnet cu un tabel tip (Tabelul nr.18).

Determinarea diferenței de nivel dintre două puncte, prin nivelment trigonometric, se efectuează în funcție de distanța dintre puncte.

- În cazul unor puncte situate la distanță mică (Fig. 113-a) se utilizează, de obicei, viza paralelă la suprafața topografică, măsurîndu-se direct valoarea unghiului de pantă α:

- se așează tahimetrul în stație, în punctul A de cotă

cunoscută;

- se calează cu atenţie deosebită nivela superioară şi deci reperele zero ale celimetrului - în cazul unui tahimetru clasic;

- se aduce luneta în poziţie orizontală;

- se măsoară cu o stadie plasată în faţa obiectivului, înălţimea la care se află luneta (ex. i=1380 mm);

- se vizează cu firul reticular orizontal (nivelor) pe stadia verticală din punctul B, de cotă necunoscută, la înălţimea (i) a lunetei;

- se blochează ambele mişcări ale lunetei şi se realizează punctarea exactă;

- se efectuează citirea unghiului vertical; întrucît viza este paralelă cu linia AB, unghiul vertical citit este egal tocmai cu unghiul de pantă (α) al terenului, având laturile paralele;

- se măsoară apoi distanţa dintre punctele A şi B, fie pe cale directă (D), fie, mai practic, pe cale stadimetrică (Ds), efectuînd cîte o citire pe stadie în dreptul firelor stadimetrice orizontale.

Pentru determinarea diferenţei de nivel Δh_{AB}, se poate utiliza una din următoarele formule ale trigonometriei plane:

- dacă se ia în considerare distanţa măsurată direct (D), atunci

$$\Delta h_{AB}=D.\sin\alpha \qquad (9.13)$$

- dacă se are în vedere distanţa măsurată stadimetric (Ds),

$$\Delta h_{AB}=D_s.\sin\alpha.\cos\alpha \qquad (9.14)$$

- folosind distanţa redusă la orizont (d), care se calculează oricum

$$\Delta h_{AB}=d.tg\alpha \qquad (9.15)$$

cunoscînd cota punctului A(H_A), se poate calcula cota punctului B, utilizînd relaţia

$$H_B=H_A\pm\Delta h_{AB} \qquad (9.16)$$

BCU CLUJ CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Valoarea Δh_{AB} este pozitivă sau negativă, după cum punctul necunoscut se află deasupra ori sub nivelul punctului de cotă cunoscută.

- In cazul unor puncte situate la distanță mare (Fig. 113-b), se obișnuiește a se utiliza viza cu firul nivelor în dreptul bazei capului negru al semnalelor topografice. Ca urmare, indiferent dacă unghiul vertical va fi pozitiv sau negativ, linia de vizare nu va mai fi paralelă cu suprafața topografică Unghiul vertical măsurat poate fi unghi de înclinare (α) sau unghi zenital (z), iar distanțele nu se mai măsoară în teren, ci se deduc din coordonatele planimetrice ale punctelor.

Nivelmentul trigonometric la distanțe mari este specific punctelor de sprijin planimetrice propriu-zise și al rețelei de îndesire prin intersecții.

Cînd unghiul vertical este pozitiv, din Fig.113-b rezultă:

$$\Delta h_{AB}=h+i-S$$

în care:

$$h=d.tg$$

ca urmare:

$$\Delta h_{AB}=d.tg\alpha+i-S \quad \ldots\ldots\ldots \quad (9.17)$$

$$H_B=H_A+\Delta h_{AB}$$

$$H_B=H_A+d.tg\alpha+i-S+e \quad (9.18)$$

$$H_B=H_A+d.ctg\ z+i-S+e$$

Cînd unghiul vertical este negativ, relațiile devin:

$$\Delta h_{AB}=d.tg\alpha+i-S$$

$$H_B=H_A-\Delta h_{AB}$$

$$H_B=H_A+i-d.tg\alpha-S+e \quad (9.19)$$

$$H_B=H_A+i+d.ctg\alpha-S+e \quad (9.20)$$

care: e=corecția.

Acest nivelment trigonometric se mai numește, în topografie, nivelment dus, adică se duce cota la punctul vizat B.

Atunci cînd punctul stației A este de cotă necunoscută, se utilizează relațiile:

$$H_A=H_B\pm d.tg\alpha-i_A+S_B-e \quad (9.21)$$

BCU Cluj / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

$$H_A = H_B - d.\mathrm{etg}z - i_A + S_B - c \qquad (9.22)$$

Aceste relaţii se aplică în cazul nivelmentului trigonometric pentru calculul cotelor punctelor intersectate înapoi (nivelment aduş).

Din ultimele patru relaţii se observă că:

- înălţimea S a semnalului la care se vizează are totdeauna semnul invers înălţimii (i) a instrumentului şi

- corecţia (c) se ia din tabele şi are totdeauna acelaşi semn cu (i).

Exemplu numeric: se dau două puncte pe un teren înclinat, A de cotă cunoscută (H_A=125,000 m) şi B de cotă necunoscută, situate la o distanţă mică şi se cere determinarea cotei punctului B(H_B);

- se aşează teodolitul în staţia A, se măsoară cu stadia înălţimea lunetei (i=1380 mm);

- vizînd pe stadia verticală din B, la înălţimea (i) a lunetei, se determină unghiul de pantă $\alpha = 23^g 47^c$ şi distanţa stadimetrică D_s=36,24 m;

- din tabele speciale se extrag valorile:

$$\mathrm{tg}\ 23^g 47^c = 0{,}386329$$
$$\sin.\cos 23^g 47^c = 0{,}336157$$
$$\cos^2 23^g 47^c = 0{,}870132$$

- se efectuează reducerea la orizont a distanţei stadimetrice:

$$d = D_s.\cos^2\alpha = 36{,}24\ \text{m}.\cos^2 23^g 47^c = 31{,}53\ \text{m}$$

- cunoscînd H_A=125,00 m, se determină Δh_{AB} şi H_B:

$$\Delta h_{AB} = D_s.\sin.\cos 23^h 47^c = 36{,}24\ \text{m}.0{,}336157 = 12{,}18\ \text{m},$$

sau

$$\Delta h_{AB} = d.\mathrm{tg}\ = 31{,}53.0{,}386329 = 12{,}18\ \text{m},\ \text{însă}$$

$$H_B = H_A + \Delta h_{AB} = 125{,}00\ \text{m} + 12{,}18\ \text{m} = 137{,}18\ \text{m}$$

Precizia nivelmentului trigonometric se caracterizează prin erori de ±10-15 cm/km cînd unghiul vertical este măsurat cu un tahimetru cu precizia de 1^c iar distanţa se măsoară stadimetric, dar cu instrumente mai perfecţionate poate ajunge la ±5-2 cm/km.

9.4. Procedee expeditive pentru determinarea unghiului de pantă

Pentru efectuarea unor ridicări expeditive, unghiul de înclinare a terenului poate fi determinat prin mai multe mijloace şi procedee simple. In cadrul unor astfel de ridicări, unghiurile orizontale dintre diversele direcţii vizate, pot fi măsurate mai ales cu ajutorul unei busole simple, iar distanţele, fie cu ruleta, cu o sfoară etalonată, sau cu pasul etalonat.

- Aprecierea unghiului de pantă din vedere este un procedeu aproximativ, care se poate aplica după fixarea în memorie a cîteva pante tipice. Cînd se apreciază o pantă în teren, trebuie ţinut cont de faptul că, privită de jos în sus, o pantă pare mai mare decît este în realitate. Pentru evitarea acestui neajuns, o pantă poate fi apreciată mai bine privind-o lateral şi comparînd-o cu valoarea unui unghi etalon cunoscut. Astfel de unghiuri etaloane pentru comparare pot fi: unghiurile unui echer "tip 60°" (Fig.114-a), unghiurile formate între degetele mîinii desfăcute la maximum (Fig.114-b) ş.a.

- Determinarea pantei prin compararea diferenţei de nivel cu distanţa orizontală este un procedeu tot simplu, dar mai exact decît cel anterior şi necesită, de asemenea, privirea pantei dintr-o direcţie laterală. In acest caz sînt necesare o riglă sau un carnet cu una din margini gradate. Carnetul cu marginea gradată se ţine în poziţie orizontală, la nivelul ochilor (Fig.115), iar la marginea din stînga sau din dreapta, după caz, se ridică o riglă sau un creion pînă la nivelul liniei pantei. Se măsoară în mm valorile d şi h. Panta terenului va fi exprimată prin raportul $\frac{h}{d}$.

Pentru determinarea unghiului de pantă prin acest procedeu, unii autori (V.Dragomir şi colab.,1970) propun utilizarea datelor din tabelul anexat la Fig.115, în care argumentul este numărul ce exprimă de cîte ori diferenţa de nivel (h) este mai mică decît distanţa orizontală (d).

Din tabel se constată că valoarea pantei (α) se obţine prin împărţirea numărului 60 la raportul $\frac{d}{h}$, de unde rezultă:

DETERMINAREA EXPEDITIVĂ A UNGHIULUI DE PANTĂ

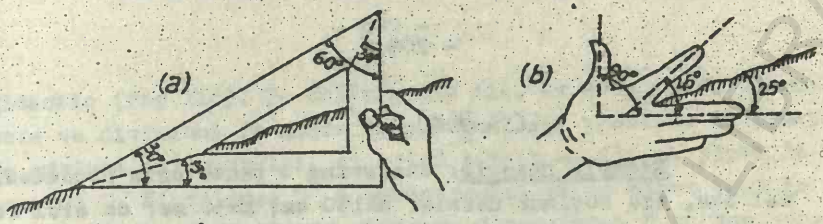
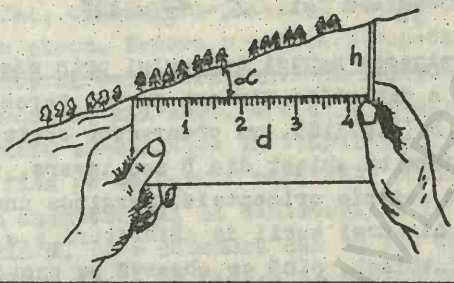


Fig. 114 - Aprecierea pantei terenului din vedere



$$\alpha = \frac{h}{d} \cdot 60$$

d/h	60	30	20	15	12	10	5	4	3	2	1
Panta (α)	1°	2°	3°	4°	5°	6°	12°	15°	20°	30°	60°

Fig. 115 - Determinarea pantei prin compararea diferenței de nivel cu distanța orizontală

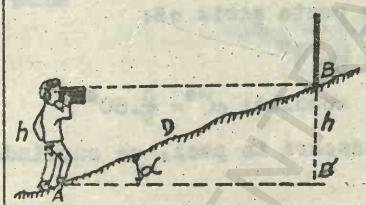


Fig. 116 - Procedeul prin măsurarea distanței (D) în dublii pași

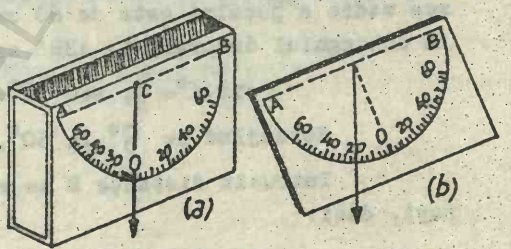
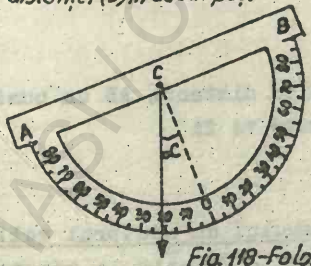


Fig. 117 - Eclimetre expeditive din: a. cutie de chibrituri; b. placaj



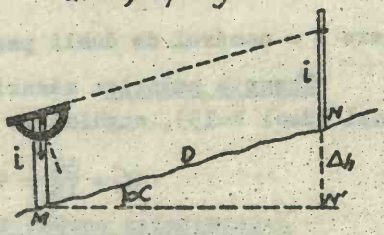


Fig. 118 - Folosirea unui eclimetru dintr-un raportor didactic

$$\alpha = \frac{h}{d}.60$$

Exemplu numeric: observînd o pantă prin procedeul de mai sus, sau obţinut datele: d=160 mm; h=30 mm; de aici rezultă:

$$\frac{d}{h} = \frac{180}{30} = 6 \quad \text{şi} \quad \alpha = \frac{60}{6} = 10^0$$

- Determinarea pantei terenului prin măsurarea unei distanţe. Pentru a determina mărimea pantei terenului între două puncte A şi B (Fig.116), un observator oprit în punctul A după deplasări către un obiect din B sau invers, ţinînd la nivelul ochilor, în poziţie orizontală, marginea unui carnet sau a unei rigle, muchia unei cutii de chibrituri ş.a., priveşte în lungul acestui obiect, pînă ce observă pe pantă punctul de reper B. Apoi urmează măsurarea distanţei AB cu pasul etalonat. Din desen se observă că, în acest caz, diferenţa de nivel h reprezintă tocmai înălţimea operatorului, care se poate considera egală în medie cu 1,70 m; dacă se are în vedere că lungimea medie a pasului este de 80 cm, se poate aprecia că h=2 paşi. In triunghiul dreptunghic ABB' se poate scrie că:

$$\sin\alpha^0 = \frac{h}{D}, \text{ sau } \alpha^0 = \frac{h}{D}.\varsigma^0$$

Rotunjind pe ς^0 la 60^0, rezultă: $\alpha^0 = \frac{h}{D}.60^0$

Intrucît distanţa D se măsoară în paşi, ea cuprinde n paşi, deci:

$$\alpha^0 = \frac{2}{n}.60 \text{ sau } \alpha^0 = \frac{60}{\frac{n}{2}} = \frac{60}{N}$$

în care N = numărul de dubli paşi.

Exemplu numeric: măsurînd pe distanţa AB un număr de 30 paşi (deci N=15), unghiul de pantă va fi

$$\alpha = \frac{60}{15} = 4^0$$

- Determinarea pantei terenului cu ajutorul eclimetrului. Eclimetrul este instrumentul topografic folosit la măsurarea unghiurilor verticale. Un eclimetru expeditiv poate fi uşor confecţionat dintr-o cutie de chibrituri (Fig.117-a), o bucată dreptunghiulară din placaj sau carton (Fig.117-b), ori dintr-un raportor

didactic (Fig.118). Pe oricare din ele, se desenează un semicerc cu diviziuni în grade sexagesimale şi precizia în funcţie de mărimea eclimetrului, şi avînd agăţat un fir cu plumb în centrul C. Diviziunea 0° a semicercului se va marca însă la intersecţia perpendicularei ridicate din centrul C cu semicercul în acest fel, unghiul de pantă α se citeşte direct în dreptul firului cu plumb. Pentru o ridicare expeditivă, desigur, cel mai indicat este un eclimetru dintr-un raportor didactic, care, avînd dimensiuni mai mari, are şi o precizie sporită, de pînă la 1°. Pentru stabilitate în timpul vizării, acest eclimetru se poate fixa pe un baston vertical, cu înălţimea (i) cunoscută. Vizînd cu diametrul A_B al semicercului la înălţimea (i) a bastonului din M, pe o scîndură sau un alt baston vertical plasat în punctul N, linia de vizare AB devine paralelă cu panta terenului, încît unghiul citit la firul cu plumb va fi tocmai unghiul de pantă α, avînd laturile perpendiculare. Măsurînd apoi şi distanţa MN=D, pe cale directă cu o ruletă sau cu pasul etalonat, se poate determina şi diferenţa de nivel (Δh_{MN}), utilizînd formula

$$\Delta h_{MN}=D.\sin\alpha$$

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

LUCRAREA NR.10

10. NIVELMENTUL BAROMETRIC

10.1. Noţiuni generale

Nivelmentul barometric (fizic) se bazează pe descreşterea presiunii atmosferice cu altitudinea, în medie cu 1 mm la fiecare 11 m în altitudine. Presiunea atmosferică este însă funcţie şi de alţi factori: temperatura şi umiditatea aerului, latitudinea locului. Pentru determinarea diferenţei de nivel dintre două puncte, au fost imaginate diverse formule, care înglobează toate aceste elemente. Cele mai cunoscute sînt:

- formula imaginată de Laplace:

$$\Delta h_{1-2}=K.\lg\frac{P^1}{P^2}(1+\alpha.t) \qquad (10.1)$$

în care: $\alpha=\frac{1}{273}$ este coeficientul de dilatare a aerului;

$t=\frac{t_1+t_2}{2}$, unde t_1 şi t_2 sînt temperaturile măsurate în cele două puncte 1 şi 2;

K = constantă determinată în condiţii diferite, pentru ţara noastră fiind preluat K=18464

- formula imaginată de I.Babinet, pentru latitudinea de 45°:

$$\Delta h_{1-2}=16.000\left[1+\frac{2(T_1+T_2)}{1000}\right].\frac{P_1-P_2}{P_1+P_2} \qquad (10.2)$$

în care: T_1 şi T_2 = temperaturile măsurate în punctele 1 şi 2;
P_1 şi P_2 = presiunea atmosferică măsurată în punctele 1 şi 2.

Nivelmentul barometric are însă un caracter expeditiv şi de acces, aceste formule nu sînt convenabile şi operative pentru calcule. Totodată, aplicarea lor nedesită măsurarea presiunii atmosferice cu un barometru cu mercur, care asigură precizia cea mai mare, dar care este incomod pentru purtat în teren.

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

10.2. Instrumentele pentru nivelment barometric

Pentru determinarea diferenţelor de nivel dintre puncte în teren, trebuie măsurate în principal două elemente: presiunea atmosferică şi temperatura aerului. Ca urmare, instrumentele de bază necesare sînt: barometrul şi termometrul.

Măsurarea temperaturii aerului în lucrările de nivelment barometric trebuie efectuată cu o precizie de $0^{o},1$.

Barometrul este instrumentul utilizat la măsurarea directă a valorii presiunii atmosferice. Se cunosc trei tipuri principale de la barometre: cu mercur, aneroid şi electric.

a. Barometrul cu mercur folosit în nivelment barometric poate fi de două tipuri: cu rezervor fix (tip Füess) şi cu rezervor mobil (tip Fortin), ambele funcţionînd pe principiul tubului lui Toricelli.

Un astfel de barometru (de ex. tipul Füess) este alcătuit din: un tub barometric din sticlă (cu L=85 cm şi un diametru mai mare (7-8 mm) în dreptul scării presiunii), prevăzut la partea inferioară cu îngustare (o supapă) care împiedică pătrunderea aerului în spaţiul vid de deasupra meniscului mercurului din tub; un rezervor cu mercur şi o scară barometrică (scara presiunilor), situată la partea superioară a tubului şi divizată din mm în mm. Scara posedă şi un vernier pentru aprecierea zecimilor de mm. In vederea măsurării presiunii atmosferice în teren, acest barometru este prevăzut cu un trepied metalic uşor. Barometrul cu mercur este însă un instrument elegant, de mare precizie, fapt pentru care se utilizează mai mult ca barometru etalon în laborateare, fiind incomod de purtat în teren.

b. Barometrul aneroid este un instrument care măsoară presiunea atmosferică pe un principiu mecanic, acela al deformării sub influenţa variaţiilor de presiune a uneia sau a mai multor capsule parţial vidate, capsule "Vidi". O asemenea capsulă (Fig.119) constă dintr-o cutie metalică (1), din tablă specială ondulată, pentru a avea o suprafaţă cît mai mare de contact cu aerul înconjurător. Interiorul capsulei este parţial vidat, pentru ca deformarea acesteia sub influenţa presiunii să fie cît mai accentuată şi pentru a anihila variaţiile de tempera-

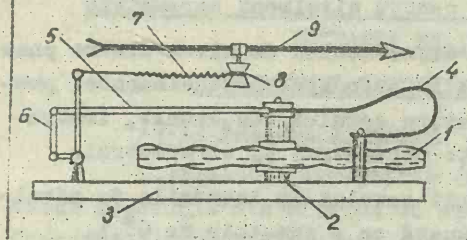


Fig. 119 Schema barometrului aneroid

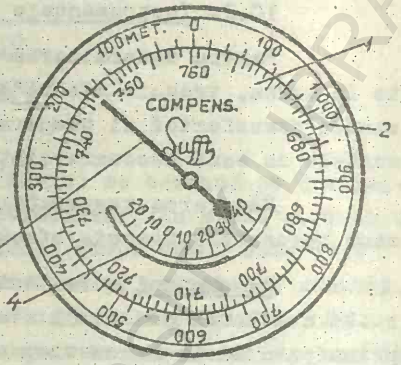


Fig. 120 Altimetrul compensat „Luffft" (0-1.000m), cu precizia scării altitudinilor de 2,5 m

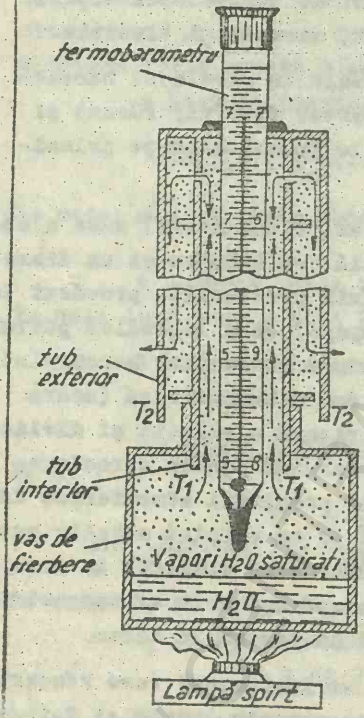


Fig. 121 Schema hipsometrului (după M. Neamțu și colab.)

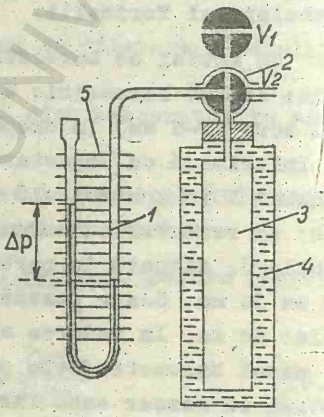


Fig. 122 Schema stataoscopului (după G. Márton și N. Zepheru)

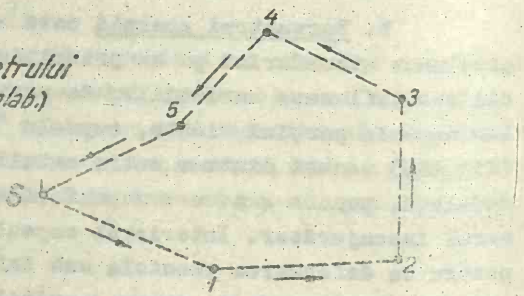


Fig. 123 Drumuire închisă de nivelment barometric.

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

tură (compensare termică). Barometrele aneroide simple posedă o singură capsulă, fixată la partea inferioară prin intermediul axului central (2) de placa metalică (3), care este prinsă de fundul cutiei aparatului. Partea superioară a capsulei este cuplată cu o lamă elastică (4), de care este fixat un sistem de pîrghii (5;6), ce se termină cu un lănţişor special (7) care se înfăşoară pe un scripete (8) fixat rigid pe un ax al cărui capăt poartă acul indicator (9). Lama elastică (4) şi sistemul de pîrghii (5;6) amplifică şi transmit acului indicator deformaţiile capsulei sub influenţa variaţiilor presiunii. Acul indicator se roteşte deasupra unui cadran cu o scală gradată (cerc gradat) în mm presiune. Barometrul aneroid este unul din cele mai practice instrumente de măsurat presiunea atmosferică, însă prezintă neajunsul că este foarte sensibil la şocuri mecanice. Înainte de ieşirea în teren, barometrul aneroid trebuie etalonat în comparaţie cu un standard de mercur. Aneroidele au avantajul că sînt portabile, în schimb mai puţin precise, iar la cele mai simple, valorile citite trebuie compensate pentru obţinerea presiunilor atmosferice. Unele din aneroide sînt compensate pe temperatură.

- Altimetrul este tot un barometru aneroid, dar care pe lîngă scara barometrică (1) fixă (Fig.120), posedă şi un cerc gradat mobil (2) concentric cu primul, cu diviziuni în metri, indicînd altitudini deasupra nivelului mării, de regulă pînă la maximum 3000 m. Scara barometrică este gradată în mm Hg(torri) sau mbar (milibari).

La unele instrumente, scara altitudinilor se roteşte cu ajutorul unei rozete randalinate, pentru a aduce în dreptul acului indicator (3) al scalei presiunilor o cotă oarecare. Pentru efectuarea mai precisă a acestei operaţiuni, unele instrumente moderne sînt prevăzute cu vernier şi lupă. Reglarea propriu-zisă a scării altimetrice constă în obligarea acesteia să ne arate, în dreptul acului indicator, cota cunoscută a punctului din teren pe care se aşează altimetrul în vederea reglajului.

Prima operaţiune de reglaj a unui altimetru, ca şi a oricărui barometru aneroid simplu, constă în reglajul scării

presiunilor, care constă în rotirea atentă a acului indicator cu un şurub fin de reglaj aflat pe spatele aparatului, încît acesta să arate presiunea adevărată dată de un etalon sigur - un barometru cu mercur.

Unele altimetre posedă şi un termometru (4) pentru corecţia de temperatură. La cele mai noi, această corecţie se face automat, fiind denumite altimetre compensate.

Există altimetre construite şi gradate pentru a indica cote de la 0 la 100 m, altele între 0-500 m, 0-1000 m, 0-2000 m sau între 1000-2000 m etc.

Altimetrele au o precizie mai redusă decît aceea a barometrelor propriu-zise. Precizia lor este precizia scării altimetrice, care poate fi de cel mult 2,5-2,0 m. În general, precizia lor e mai mare cu cît ecartul de cotă pentru care au fost construite este mai mic.

Buna funcţionare a altimetrelor depinde, de asemenea, de întreţinerea irepreşabilă şi protejarea împotriva şocurilor.

b. Barometrul electric este în esenţă tot un barometru aneroid, dar mult perfecţionat; acul indicator cu scala gradată sînt înlocuite de un dispozitiv digital, care dă presiunea atmosferică cu o valoare numerică pînă la 0,1 mbar, cu o fidelitate bună. Deoarece valoarea aproximativă a treptei barice este de cca 10 m/mbar, rezultă că un aistfel de instrument poate asigura, în nivelmentul barometric, o precizie de ±1 m l n cotele punctelor. Instrumentul este alimentat electric cu două baterii uscate de 1,5 V convenţionale. El este deosebit de indicat în măsurătorile geodezice prin unde la determinarea cu precizie a presiunii atmosferice şi deci a diferenţelor de nivel.

Alte instrumente pentru determinarea diferenţelor de nivel pe baza măsurării presiunii atmosferice:

- Hipsometrul (termobarometru) este unul din cele mai simple şi totodată din cele mai sigure instrumente pentru determinarea presiunii atmosferice. Hipsometrul (hypsom=fierbere) funcţionează pe principiul fizic al dependenţei temperaturii de fierbere a apei distilate de presiunea atmosferică. Experimental s-a stabilit că o variaţie de 1°C a punctului de fierbere a apei

distilate corespunde unei variaţii a presiunii atmosferice de 28 mm Hg. Dependenţa dintre presiunea atmosferică P şi temperatura t° de fierbere a apei distilate este dată de relaţia liniară

$$P = 760 + \frac{t^\circ - 100}{0,0375} \qquad (10.3)$$

în care 0,0375 este aşa numita constantă hipsometrică.

In esenţă, un hipsometru se compune (Fig.121) dintr-un vas de fierbere a apei distilate în care este introdus un tub interior (T_1), peste care se află un tub exterior (T_2), între ele existînd un spaţiu de circulaţie a vaporilor de apă; prin partea superioară este introdus un termobarometru, cu rezervorul de mercur în contact numai cu vaporii apei.

Pentru măsurători în diferite condiţii de relief, de la şes pînă la munte, trusa hipsometrului trebuie să posede două termobarometre: unul pentru presiuni ridicate, cu scara 600-800 mm Hg, iar celălalt pentru presiuni joase, cu scara 400-600 mm Hg. Verificarea hipsometrului constă în determinarea constantei adiţionale a scării termometrice, aceasta fiind operaţiunea de etalonare, care trebuie făcută cu un standard cu mercur. Desigur hipsometrul nu este practic pentru determinările curente în teren, dar odată efectuată etalonarea lui, care rămîne valabilă mult timp, el poate servi la verificarea zilnică a barometrelor aneroide şi altimetrelor, care sînt cele mai folosite în teren.

- Altimetrul interferenţial este unul din cele mai precise instrumente de nivelment barometric construite pînă în prezent. In principiu, este capabil să măsoare diferenţe de nivel cu o precizie de pînă la 10 cm, întrucît înregistrează variaţii de presiune pînă la 0,01 mm Hg şi chiar mai mici. In esenţă, este un barometru aneroid, dar la care deformaţiile capsulelor Vidi se măsoară cu o înaltă precizie, utilizînd interferenţa luminii într-o pană optică de aer. Acest instrument poate servi în măsurătorile precise de diferenţe de nivel, în topografie şi geodezie, în geofizică şi geologie, aviaţie, meteorologie, fizica atmosferei etc.

- Statoscopul este un barometru diferenţial folosit la determinarea diferenţelor de înălţime ale centrelor de perspecti-

vă ale camerelor aerofotogrammetrice față de o cotă dată, pe principiul de măsurare a diferenței de presiune atmosferică corespunzătoare variației înălțimii de zbor. Principalele părți componente sînt (Fig.122); un tub de sticlă (1) în formă de U umplut cu un lichid ușor; tubul are un capăt deschis și un capăt unit printr-un ventil (2) cu un recipient (3), care se află într-o butelie de termos (4), umplută cu apă și gheață pentru a menține aerul din ea la aproximativ 0°C. Modificarea presiunii cu o valoare Δ_p, determină diferența dintre nivelurile lichidului din cele două coloane ale tubului care se citește pe o scală (5) gradată în mm. Precizia de determinare a diferențelor de înălțime între centrele de proiecție ale două fotograme succesive este de cca 2 m.

10.3. Metodele și precizia nivelmentului barometric

Metoda cea mai folosită în nivelmentul barometric este aceea a drumuirii închise sau deschise. Drumuirea închisă se execută cu pornirea dintr-un punct de stație S de cotă cunoscută și închiderea pe același punct, în timp ce drumuirea deschisă (legată) se sprijină pe două puncte de cotă cunoscută - un punct de pornire și altul la închidere. Cel mai adesea este utilizată metoda drumuirii închise. Determinările propriu-zise de altitudini se efectuează fie cu un altimetru, fie cu o garnitură alcătuită dintr-un barometru aneroid, un termometru, un ceasornic și desigur, un carnet de teren.

O drumuire de nivelment barometric se poate executa prin două procedee: procedeul cu un singur altimetru (sau garnitură) și procedeul cu două altimetre.

Asemenea drumuiri se sprijină fie pe cotele unei hărți topografice, fie pe repere de nivelment existente în zonă.

- Procedeul cu un singur altimetru este cel mai comod, mai simplu și deseori utilizat. In cazul cel mai obișnuit de executare a unei drumuiri închise de nivelment barometric cu un singur altimetru (Fig.123), se procedează astfel:

- se alege un punct de plecare S de cotă cunoscută pe o hartă topografică de ex. Hs=582,5 m;

- se aşează altimetrul în poziţie orizontală deasupra punctului S;

- se roteşte scara altitudinilor pînă cînd diviziunea 582,5 m ajunge în dreptul acului indicator al barometrului aneroid, notînd în carnet şi valoarea presiunii atmosferice şi a temperaturii aerului;

- se parcurge apoi traseul drumuirii şi în punctele necunoscute 1,2,3,4 şi 5, cu altimetrul în mînă, se citeşte valoarea altitudinii în dreptul acului indicator;

- pentru închiderea drumuirii şi control se revine în punctul de plecare S şi se citeşte din nou altitudinea.

Dacă făcînd diferenţa între altitudinea citită la închidere (H_S') şi aceea citită la plecare (H_S) în punctul de sprijin S rezultă o diferenţă, ea se consideră eroare nivelitică (e_n) şi se procedează la compensarea drumuirii niveletice.

Exemplu numeric: cunoscînd cota punctului S la pornire Hs=582,5 m şi aceea citită la închidere H_S'=597,5 m, rezultă o eroare nivelitică

$$e_n = 597,5 - 582,5 = +15 \text{ m}$$

Se calculează corecţia (c) ce se va aplica în progresie aritmetică şi cu semnul schimbat, deci negativ, făcînd raportul între valoarea erorii nivelitice şi numărul punctelor drumuirii (6) astfel:

$$c = \frac{+e_n}{6} = \frac{+15 \text{ m}}{6} = +2,5 \text{ m}$$

Corecţia se va aplica scăzînd în progresie valoarea 2,5 m din valoarea cotelor tuturor punctelor 1,2,3,4 şi 5, ca şi din cota punctului S citită la închidere (H_S'), realizînd astfel egalizarea cotei citite la închidere cu aceea la pornirea-deschiderea drumuirii şi corectarea cotelor citite în punctele necunoscute 1,2,3,4 şi5 , conform Tabelului 17:

TABELUL 17 - Compensarea unei drumuiri închise de nivelment barometric cu un singur altimetru

Puncte	Cota punctului de sprijin H_s	Cotele citite la altmetru	Corecţia c	Valoarea cotelor corectate
1	2	3	4	5
S	582,5	582,5 m	-	582,5 m
1	-	671,5	- 2,5 m	669,0
2	-	723,0	- 5,0	718,0
3	-	832,5	- 7,5	825,0
4	-	712,0	-10,0	702,0
5	-	623,5	-12,5	621,0
S'	-	597,5	-15,0	582,5

- Procedeul cu două altimetre asigură o precizie mai bună şi se poate aplica în două variante: cu un altimetru fix şi al doilea purtat şi cu ambele altimetre purtate, prima fiind cea mai folosită. In ambele variante sînt necesari doi operatori.

In cazul executării unei drumuiri deschise (legate), sprijinită pe două puncte de cotă cunoscută, A la pornire şi B la închidere şi folosind varianta cu un altimetru fix şi un altul mobil, pentru determinarea cotelor punctelor 1,2,3,4...n, se procedează astfel: în punctul de staţie A, ambii operatori îşi reglează altimetrele la cota cunoscută H_A, după care un lucrător va rămîne în punctul A pînă la terminarea ridicării, iar al doilea se va deplasa pe traseu pînă la închiderea drumuirii în punctul B, dar ambii efectuînd măsurători la intervalele de timp stabilite de comun acord. Apoi, avînd marcată pe o hartă poziţia punctelor în care a efectuat măsurătorile, operatorul plecat pe traseu se întoarce în punctul A pentru a confrunta din nou instrumentele. Pentru stabilirea erorii nivelitice (accidentale) şi a compensării, se au în vedere citirile înregistrate în punctul fix A. O asemenea drumuire se aplică în cazul unor trasee parcurse în maximum 3 ore, în care presiunea atmosferică poate avea variaţii în ambele sensuri.

Precizia nivelmentului barometric este cea mai mică, în comparație cu aceea a celorlalte două tipuri de nivelment. Nivelmentul barometric dă ipotetic rezultate bune numai dacă: punctele se află pe aceeași coloană atmosferică, citirile se fac simultan iar timpul este frumos.

Precizia propriu-zisă este condiționată de precizia măsurării presiunii atmosferice. Presiunea se modifică însă și în timp (variații normale de ±2 mm/zi și accidentale de cîțiva mm în cîteva ore), impunînd necesitatea eliminării erorilor în determinările de cote. Pentru aceasta se acordă o mare atenție înregistrării erorii de închidere a drumurilor și se recomandă ca închiderea drumuirilor să se realizeze după cel mult 1-2 ore de la începere, timp în care se presupune că presiunea atmosferică s-a modificat normal sau accidental într-un singur sens. De asemenea, se recomandă ca determinările cu altimetrul să nu se efectueze pe timp de ploaie, ninsoare, furtună etc., în timpul cărora se produc modificări rapide ale presiunii atmosferice.

Avînd în vedere că precizia măsurării presiunii atmosferice poate fi de pînă la 0,1 mm Hg, căreia îi corespunde o diferență de nivel de 1,1-1,4 m, rezultă că precizia nivelmentului barometric poate fi de cel mult: ±1,6 m la Δh=50 m; ±1,7 m la Δh=100 m; ±1,8 m la Δh=200 m și ±4 m la Δh=1000 m. In practică, această precizie este mult mai mică, uneori de 2-5 ori.

Așadar, nivelmentul barometric are o precizie modestă, ceea ce îl recomandă ca nivelment expeditiv (informativ). Totuși, precizia sa satisface necesitățile unui mare volum de lucrări nivelitice în terenuri foarte accidentate, împădurite, acoperite etc., în care este mult utilizat, viteza sa de lucru fiind aproximativ egală cu viteza de deplasare a celor ce efectuează măsurători barometrice.

LUCRAREA NR.11

11. RIDICAREA UNEI SUPRAFEȚE DE TEREN PRIN METODA DRUMUIRII TAHIMETRICE. MĂSURĂTORI PE TEREN

11.1. Generalități

Ridicarea tahimetrică este o ridicare rapidă prin care, în același parcurs, se efectuează atît ridicarea planimetrică cît și ridicarea altimetrică. De asemenea, în cadrul acestui gen de ridicare topografică, cu același instrument se măsoară atît unghiurile, cît și distanțele pe cale indirectă (optică). Însă, se recomandă ca distanțele mai mici de 10-20 m să se măsoare direct, cu ruleta sau panglica de oțel.

În sens larg, ridicările tahimetrice pot fi executate cu tahimetrul (care totdeauna este înzestrat cu lunetă stadimetrică), cu busola topografică sau cu planșeta topografică. Pe terenurile orizontale, o astfel de ridicare se poate efectua și cu un instrument de nivelment geometric care posedă limb.

În sensul strict, ridicările tahimetrice propriu-zise se efectuează cu tahimetrul clasic în orice teren, cu nivelmetul pe terenuri orizontale, sau cu un tahimetru autoreductor.

În cadrul unei ridicări tahimetrice, elementele planimetrice și altimetrice se obțin prin drumuiri tahimetrice sau prin drumuiri tahimetrice combinate cu radieri. Desfășurarea lucrărilor unei drumuiri tahimetrice este asemănătoare cu o drumuire planimetrică, deosebirea constînd doar în aceea că la drumuirea tahimetrică distanțele se măsoară pe cale indirectă (optică). Acest fapt duce la sporirea vitezei de lucru și a productivității muncii, motiv pentru care ridicarea tahimetrică este foarte frecvent utilizată, deși precizia sa este în general mai scăzută decît aceea a unei ridicări clasice - cu măsurarea directă a distanțelor.

Ridicările în plan cuprind următoarele lucrări: lucrări pregătitoare, lucrări pe teren și lucrări de birou.

Lucrările pregătitoare cuprind:

- procurarea materialelor documentare asupra ridicărilor topografice executate anterior în zona ce va fi supusă ridicării tahimetrice;

- întocmirea unei schiţe de proiect pe baza informaţiilor culese, în care se vor preciza: perimetrul zonei de măsurat, traseele drumuirilor tahimetrice, eşalonarea executării lucrărilor etc;

- stabilirea instrumentelor ce vor fi utilizate şi eventual verificarea şi rectificarea lor;

- recunoaşterea terenului de măsurat este absolut necesară şi în cadrul acestei lucrări se realizează: identificarea şi marcarea cu picheţi de lemn a punctelor de sprijin, care trebuie astfel alese încît din fiecare să fie uşor vizibil atît punctul anterior, cît şi cel următor; identificarea detaliilor principale pe care le va cuprinde planul topografic; definitivarea proiectului ridicării tahimetrice.

Lucrările pe teren constau în efectuarea unor măsurători de distanţe şi unghiuri pentru determinarea lungimii laturilor drumuirii şi a distanţelor dintre punctele de sprijin şi punctele de detaliu vizate; obţinerea orientării laturilor drumuirii şi a celorlalte direcţii vizate.

Lungimea laturilor drumuirii tahimetrice se măsoară în dublul sens (înainte şi înapoi), luînd în considerare valoarea medie.

Lucrările de birou constau în efectuarea calculelor necesare pentru: compensarea orientărilor laturilor drumuirii; reducerea distanţelor la orizont; determinarea coordonatelor rectangulare relative (Δx şi Δy) şi absolute (X şi Y) şi reprezentarea grafică a detaliilor planimetrice (realizarea planului topografic al zonei măsurate cu detaliile planimetrice).

Ridicarea altimetrică se execută concomitent cu cea planimetrică şi cuprinde în plus faţă de aceasta următoarele lucrări: măsurarea în teren a unghiului de pantă în vederea reducerii distanţelor la orizont şi determinarea diferenţelor de

nivel: calcularea celei de-a treia coordonate a punctelor - cota relativă (Δh) şi cota absolută (H); reprezentarea pe planul topografic a formelor de relief cu ajutorul curbelor de nivel.

Unghiul de pantă al laturilor drumuirii se măsoară în dublul sens (înainte şi înapoi), luînd în consideraree valoarea medie.

Pentru executarea cu rezultate bune a unei drumuiri combinate cu radieri, trebuie respectate mai multe condiţii, cum sînt:

- traseul drumuirii să nu depăşească 3000 m în intravilan şi 4000 m în extravilan;
- să se efectueze marcarea punctelor de staţie cu picheţi din lemn;
- lungimea maximă a laturilor drumuirii să nu depăşească 150 m;
- măsurarea distanţelor între punctele de staţie să se efectueze cu stadii de 3 m sau 4 m prevăzute cu nivelă sferică;
- laturile drumuirii să se măsoare pe cale optică în dublul sens, dus şi întors;
- să se aibe în vedere toleranţele admise la măsurarea distanţelor cu stadia verticală (Tabelul nr.11);
- unghiurile de pantă ale laturilor drumuirii să fie măsurate de două ori, în dublul sens;
- unghiurile orizontale se vor măsura cu un tahimetru avînd precizia de 1^c;
- ridicarea detaliilor planimetrice şi de nivelment să se efectueze prin metoda radierii si eventual aceea a aliniamenteler;
- la ridicarea în plan a punctelor de detaliu prin metoda radierii se vor măsura: unghiurile orizontale şi verticale într-o singură poziţie a lunetei, iar distanţele de la punctul de staţie la cele radiate, pe cale stadimetrică şi o singură dată;
- <u>toleranţele admise</u> la determinarea punctelor de detaliu sînt: $\pm 0,8$ m pentru scara 1:2.000; $\pm 1,0$ m pentru scara

1:5.000; ±1,5 m pentru scara 1:10.000;

- toleranța admisă la determinarea punctelor de detaliu pentru care se calculează coordonate rectangulare este de ±0,5 m.

11.2. Exemplu numeric de ridicare tahimetrică. Lucrările din teren

Avînd de executat ridicarea tahimetrică a unei porțiuni de teren situată în apropierea unei clădiri, s-a stabilit realizarea ei printr-o drumuire tahimetrică închisă cu trei laturi și trei puncte de sprijin A,B și C, combinată cu metoda radierii, prin care se vor determina un număr de 8 puncte de detaliu, numerotate cu 1,2,3,4,5,6,7 și 8.

Conform schiței (Tabelul 18), drumuirea tahimetrică ce urmează a fi executată, pornește din punctul de sprijin A, de coordonate cunoscute X_A=200,000 m, Y_A=200,000 m și H_A=100,000 m, trece prin punctele de stație B și C și se închide pe același punct A.

Punctele de detaliu cu numerele 1,2,3,4,5 și 8 reprezintă colțuri ale clădirii apropiate, iar cele cu numerele 6 și 7 reprezintă puncte caracteristice ale reliefului, fiind situate la baza unui taluz înalt situat între stația A pe de o parte și stațiile B și C de cealaltă parte.

Pentru executarea ridicării a fost utilizat tahimetrul modern "Theo-020$_A$Zeiss", avînd precizia măsurării unghiurilor de 1^c, iar distanțele, inclusiv laturile drumuirii, au fost măsurate stadimetric cu stadia verticală.

Unghiurile orizontale au fost măsurate prin procedeul turului de orizont, iar unghiurile de pantă au fost măsurate prin procedeul direct, numai cele dintre punctele de stație fiind măsurate de două ori, înainte și înapoi.

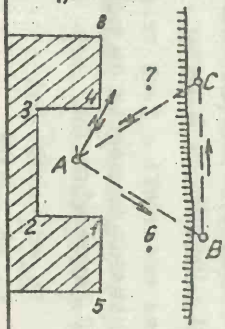
Drumuirea executată a fost orientată: tahimetrul a fost orientat cu declinatorul în stația de pornire A și pe viza înapoi în stațiile B și C, cunoscînd că:

$$\theta_{BA}=\theta_{AB}+200^g \quad \text{și}$$
$$\theta_{CB}=\theta_{BC}-200^g$$

TABELUL 18

TAHIMETRIE

TEREN							CALCULE								
SCHIȚA	STAȚIA / i (mm)	PUNCTE VIZATE	Dist. măs. cu stadia: mediu D=K.H (m)	Unghi vertical: zenital (z) / pantă (α)	Unghi oriz. θ	Dist. red. la oriz. (d)	Orientări compensate θ	COORDONATE RELATIVE Δx	Δy	Δh	COORDONATE ABSOLUTE X	Y	H	Nr. pct.
				g.c.cc	g.c.cc	m	g.c.cc	m	m	m	m	m	m	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	–
Aparat utilizat: Theo-020A Zeiss (precizia = 1°)	δA / 1450	C	1251 / 1649 — 39,70 / 39,65	89.24.50 / 10.68.75	39.03.00	—	—	—	—	—	—	—	—	C
		B	1202 / 1630 — 42,80 / 42,80	91 75.50 / +8.20.50	99.03.00	42,09	99.02.50	42,085	0,648	+5,454	242,072	200,685	105,521	B
		1	1936 / 1564 — 22,80	99 17.00 / +0.83.00	115.45.00	22,20	115.45.00	21,549	5,335	+0,237	221,549	194,665	100,207	1
		2	1355 / 1547 — 19,60	99.05.00 / +0.95.00	193.08.00	19,60	193.08.00	2,126	19,484	+0,292	202,126	180,516	100,292	2
		3	1375 / 1526 — 15,60	98.66.00 / +1.34.00	319.34.00	15,60	319.34.00	15,063	4,667	+0,328	184,937	204,667	100,328	3
		4	1353 / 1548 — 19,50	99.04.00 / +0.96.00	16.75.00	19,50	16.75.00	5,072	18,829	+0,294	205,072	218,829	100,294	4
		C	—	—	39.03.00	—	—	—	—	—	—	—	—	C
	δB / 1430	A	1216 / 1644 — 42,80 / 42,80	108.16.50 / 8.20.50	299.03.00	—	—	—	—	—	—	—	—	A
		C	1248 / 1614 — 35,60 / 36,65	98.03.50 / +1.87.50	363.49.50	36,62	363.48.50	19,879	30,760	+1,079	222,188	231,482	105,659	C
		5	1337 / 1564 — 22,70	115.19.00 / −15.19.00	238.05.00	21,40	238.05.00	12,042	17,690	−6,300	230,030	182,995	99,221	5
		6	1357 / 1510 — 15,30	123.30.00 / −23.30.00	270.60.00	13,30	270.60.00	11,907	5,926	−5,037	230,165	194,759	100,424	8
		A	—	—	299.03.00	—	—	—	—	—	—	—	—	A
	δC / 1430	B	1247 / 1614 — 36,7 / 36,55	101.78.50 / 1.87.50	163.49.50	—	—	—	—	—	—	—	—	B
		A	1252 / 1648 — 39,6 / 39,55	110.62.00 / −10.68.75	239.05.00	38,54	239.03.00	22,176	31,521	−6,720	200,000	200,000	100,000	A
		7	1342 / 1517 — 17,50	123.92.00 / −23.92.00	272.10.00	15,10	272.10.00	13,673	6,408	−5,957	208,515	225,074	100,102	7
		8	1297 / 1564 — 26,70	115.23.00 / −15.23.00	296.59.00	25,20	296.59.00	25,164	1,349	−6,146	197,024	230,133	100,513	8
		A	—	—	103.49.50	—	—	—	—	—	—	—	—	A



Datele măsurătorilor din teren au fost notate în tabelul tip pentru ridicările tahimetrice (Tabelul 18), în legătură cu care precizăm:

- în coloana 4- "Distanța măsurată cu stadia" - au fost notate: în stînga, citirile pe stadia verticală în dreptul firelor stadimetrice, iar în dreapta distanța stadimetrică rezultată, pentru laturile drumuirii fiind notată la numitor media celor două măsurători $\frac{\text{înainte}+\text{înapoi}}{2}$;

- în coloana 5- "Unghi vertical", au fost notate sub formă de fracție: la numărător, valoarea unghiului zenital citit direct la cercul vertical, iar la numitor, unghiul de pantă rezultat, pentru laturile drumuirii valorile reprezentînd media celor două măsurători.

Drumuirea a pornit din punctul A de coordonate cunoscute, în care tahimetrul a fost orientat cu declinatorul pe direcția N_m, în celelalte două puncte de stație folosindu-se orientarea inversă, pe viza înapoi.

Pentru determinarea punctelor de detaliu menționate, în fiecare punct de stație a fost efectuat cîte un tur de orizont și deci s-a aplicat metoda radierii, tahimetrul fiind orientat. Ca urmare, citirile la limb, notate în coloana 6 (Tabelul 18) reprezintă totodată orientările magnetice ale direcțiilor vizate.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

LUCRAREA PRACTICA NR.12

12. LUCRARILE DE BIROU ALE RIDICARII TAHIMETRICE

Prelucrarea în birou a datelor măsurătorilor efectuate pe teren, în cadrul lucrării practice nr.11 se referă la:

- compensarea turului de orizont;
- calculul şi transmiterea orientării laturilor drumuirii;
- calculul şi compensarea erorii de închidere pe orientare a drumuirii;
- reducerea distanţelor la orizont;
- calculul şi compensarea coordonatelor rectangulare ale punctelor drumuirii;
- calculul coordonatelor rectangulare ale punctelor de detaliu;
- calculul şi compensarea diferenţelor de nivel şi al cotelor punctelor drumuirii;
- calculul diferenţelor de nivel şi al cotelor punctelor de detaliu.

12.1. Compensarea turului de orizont

Pe teren, în fiecare punct de staţie, unghiurile orizontale au fost măsurate în tur de orizont. Dacă la închiderea unui tur de orizont se obţine o diferenţă ce depăşeşte toleranţa admisă, se reface pe loc turul de orizont. Dacă diferenţa obţinută este mai mică decît toleranţa, după terminarea măsurătorilor ridicării, pentru fiecare staţie de drumuire se procedează la compensarea turului de orizont.

Astfel, dacă tahimetrul a staţionat într-un punct S, în care s-a efectuat turul de orizont vizînd direcţiile: V_{S-0}, V_{S-1}, V_{S-2}, V_{S-3}...V_{S-n}, eroarea de închidere în turul de orizont se calculează cu formula:

$$\pm e_s = V_{s-n} - V_{s-o}$$

în care: e_s=eroarea de închidere în turul de orizont;

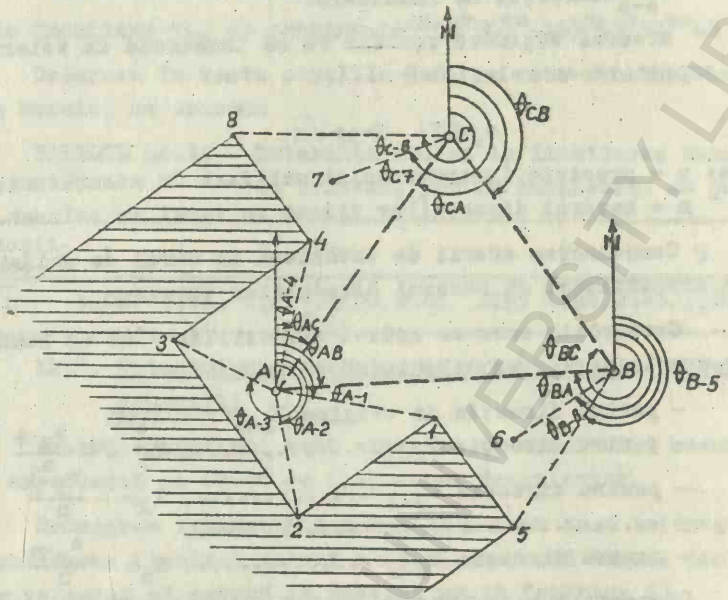


Fig.124 Schița ridicării tahimetrice (drumuire închisă combinată cu metoda radierii)

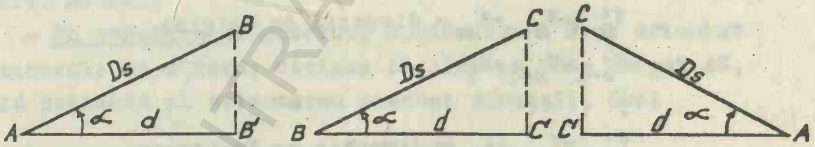
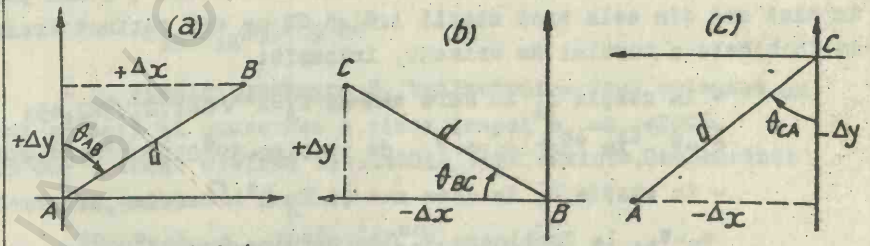


Fig.125 Reducerea la orizont a distanțelor dintre punctele de sprijin



$X_B = X_A + \Delta x = X_A + d \cdot \sin\theta$ $\quad X_C = X_B - \Delta x = X_B - d \cdot \cos\theta$ $\quad X_A = X_C - \Delta x = X_C - d \cdot \sin\theta$

$Y_B = Y_A + \Delta y = Y_A + d \cdot \cos\theta$ $\quad Y_C = Y_B + \Delta y = Y_B + d \cdot \sin\theta$ $\quad Y_A = Y_C - \Delta y = Y_C - d \cdot \cos\theta$

Fig.126 Determinarea coordonatelor planimetrice ale punctelor de sprijin

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

V_{s-o}= direcţia de origine (de pornire);
V_{s-n}=direcţia de închidere.

Eroarea obţinută trebuie să se încadreze în toleranţa admisă exprimată de relaţia:

$$e_s \leq T; \quad T=\pm p\sqrt{n}$$

în care: p = precizia instrumentului utilizat în măsurători;
n = numărul direcţiilor vizate în turul de orizont.

Compensarea erorii de închidere în turul de orizont se face proporţional cu numărul direcţiilor vizate.

Corecţiile care se aplică direcţiilor sînt de semn contrar erorii şi ele se calculează cu relaţiile:

- pentru direcţia de origine V_{s-o} ... $K_o=0$
- pentru direcţia V_{s-1} ..... $K_1 = -\frac{e_s \cdot 1}{n}$
- pentru direcţia V_{s-2} ..... $K_2 = -\frac{e_s \cdot 2}{n}$
- .....
- pentru direcţia V_{s-n} ..... $K_n = -\frac{e_s \cdot n}{n}$

Corecţiile calculate se aplică direcţiilor măsurate, obţinîndu-se direcţii compensate în tur de orizont:

$V'_{s-o}=V_{s-o}+K_o$ = direcţia de origine
$V'_{s-1}=V_{s-1}+K_1$
:
$V'_{s-n}=V_{s-n}+K_n$ = direcţia de închidere

În cazul drumuirii noastre tahimetrice, executată conform schiţei din Fig.124, cu tahimetrul "Theo-020A-Zeiss", avînd $p=1^c$ în nici una din cele trei staţii A,B şi C, nu s-a obţinut eroare de închidere a turului de orizont, întrucît:

- în staţia A_1 în care n=6 şi $T_A=1^c\sqrt{6}=1.2,45=2,45$:

$e_A=V_{AC}$ la închidere-V_{AC} de pornire=$39^g03^c00^{cc}-39^g03^c00^{cc}=0$

- în staţia B, în care n=4 şi $T_B=1^c\sqrt{4}=1.2=4,0$:

$e_B=V_{BA}$ la închidere-V_{BA} de pornire=$299^g03^c00^{cc}-$
$-299^g03^c00^{cc}=0$

- în stația C, în care n=4 și $T_C=1^c\sqrt{4}=1.2=4,0$:

$e_C=V_{CB}$ la închidere-V_{CB} de pornire=$163^g49^c50^{cc}-163^g49^c50^{cc}=0$

Deoarece în toate stațiile $e=0$, nu este necesară compensarea turului de orizont.

TABELUL nr.19 - Toleranțe admise la închiderea turului de orizont, pentru tahimetre cu $p=1^c$:

Nr.direcții vizate	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$T=1^c\sqrt{n}$	1,00	1,41	1,73	2,00	2,23	2,45	2,64	2,83	3,00	3,16

12.2. Calculul și transmiterea orientării laturilor drumuirii

Aceste operațiuni sînt necesare în cazul cînd măsurătorile se efectuează pe teren cu tahimetrul dezorientat.

Drumuirea tahimetrică descrisă a fost însă orientată, încît orientarea fiecărei laturi a fost cunoscută direct din teren, iar valoarea ei notată în Tabelul nr.18 (coloana 6).

Tahimetrul a fost orientat în fiecare punct de stație al drumuirii astfel:

- în stația A de plecare, tahimetrul a fost orientat ca declinatorul; ca urmare, citirea la limb pe viza înapoi AC, reprezintă totodată și orientarea acestei direcții, deci

$$C_{AC}=\theta_{AC}=39^g03^c00^{cc}$$

iar citirea pe viza înainte AB, reprezintă orientarea acesteia, deci

$$C_{AB}=\theta_{AB}=99^g03^c00^{cc}$$

- în stația următoare B, tahimetrul a fost orientat cu ajutorul orientării cunoscute a vizei înapoi $\theta_{BA}=\theta_{AB}+200^g=299^g03^c00^{cc}$, încît citirea la limb pe viza înainte, reprezintă și orientarea acesteia, deci

$$C_{BC}=\theta_{BC}=363^g49^c50^{cc}$$

- în stația a treia și ultima C, tahimetrul a fost

orientat în acelaşi mod ca în staţia B, cunoscînd $\theta_{CB}=\theta_{BC}+200^g=$ $=163^g49^c50^{cc}$, încît

$$C_{CA}=\theta_{CA}=239^g05^c00^{cc}$$

Efectuînd viza înainte pe direcţia CA şi măsurîndu-i orientarea, s-a realizat totodată închiderea drumuirii pe orientare.

12.3. Calculul şi compensarea erorii de închidere pe orientare a drumuirii

Deoarece drumuirea este închisă (în circuit), ar trebui ca orientarea laturii de închidere θ_{CA}, măsurată cu tahimetrul orientat în staţia C, să fie egală cu orientarea laturii AC, măsurată în staţia de pornire A, adăugîndu-i 200^g, deci ar trebui să se obţină la închidere

$$\theta_{CA}=\theta_{AC}+200^g$$

Însă, datorită erorilor intervenite în timpul măsurării unghiurilor s-a obţinut o eroare de închidere pe orientare dată de relaţia

$$e_\theta=\theta_{CA}-\theta_{AC}=239^g05^c00^{cc}-39^g03^c00^{cc}=+2^c$$

în calcul, făcîndu-se abstracţie de 200^g.

Toleranţa de închidere pe orientări este dată de relaţia

$$T_\theta=1^c50^{cc}\sqrt{n}$$

în care: n=numărul staţiilor.

In cazul drumuirii descrise şi executate se obţine:

$$T_\theta=1^c50^{cc}\sqrt{3}=2^c59^{cc}$$

de unde rezultă:

$$e_\theta<T_\theta;\ 2^c<2^c59^{cc}$$

Ca urmare, se calculează corecţia ce trebuie aplicată şi se procedează la compensarea erorii de închidere pe orientare a drumuirii.

Valoarea corecţiei de aplicat se calculează cu relaţia:

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

$$C = \frac{\pm e\theta}{n} = \frac{\pm 2^{c}}{3} = +50^{cc}$$

Compensarea se va efectua adăugînd orientărilor măsurate pentru laturile AB, BC şi CA, în progresie aritmetică, valoarea corecţiei calculate cu semnul schimbat (Tabelul 19):

TABELUL nr.20 - Compensarea erorii de închidere pe orientare a drumuirii închise:

Direcţii vizate	Orientări măsurate (g.c.cc)	Corecţii (cc)	Orientări compensate (θ) g.c.cc
AC	39.03.00	-	39.03.00
AB	99.03.00	-50	99.02,50
BC	393.49.50	-100	363.48.50
CA	239.05.00	-200	239.03.00

Valoarea orientărilor compensate ale laturilor drumuirii se transcriu în tabelul sintetic nr.18, coloana 8.

Orientările direcţiilor vizate prin radiere nu se compensează, încît valorile măsurate pe teren şi notate în coloana 6, se consideră orientări pentru calcule şi se transcriu în aceeaşi coloană 8 a Tabelului 18.

12.4. Reducerea distanţelor la orizont

In cadrul ridicării tahimetrice descrise, distanţele au fost măsurate pe cale stadimetrică şi pe teren înclinat sub un unghi de pantă α (Fig.125). Distanţa redusă la orizont (d) se obţine cu relaţia:

$$d = D_s \cdot \cos^2 \alpha = D_s \cdot \sin^2 Z$$

în care: D_s = distanţa stadimetrică

α = unghiul de pantă

Z = unghiul zenital

Reamintim că lungimea şi unghiul de pantă ale laturilor drumuirii au fost măsurate de două ori, înainte şi înapoi, pentru calcule luîndu-se în considerare valorile medii.

Datele necesare pentru calcule şi valorile rezultate au fost notate în tabelul de mai jos (Tabelul nr.21):

TABELUL nr.21 - Datele pentru reducerea distanţelor la orizont

Pct.staţie	Punct vizat	Dist.măs. cu stadia D_s (m)	Unghi de pantă α (g.c.cc)	$\cos^2\alpha$	Dist.redusă(d) $D_s.\cos^2\alpha$ (m)
1	2	3	4	5	6
A	B	42,80	+8.20.50	0,983481	42,09
B	C	36,65	+1.87.50	0,999137	36,62
C	A	39,65	-10.68.75	0,972068	38,54
	1	22,80	+0.83.00	0,999829	22,2
	2	19,60	+0.95.00	0,999777	19,6
A	3	15,60	+1.34.00	0,999556	15,6
	4	19,50	+0.96.00	0,999772	19,5
B	5	22,70	-15.19.00	0,944141	21,4
	6	15,30	-23.30.00	0,871923	13,3
C	7	17,50	-23.92.00	0,865344	15,1
	8	26,70	-15.23.00	0,943851	25,2

Pentru laturile drumuirii, se obţin următoarele valori:

$d_{AB}=D_{sAB}.\cos^2\alpha=42,8.0,983481 = 42,09$ m
$d_{BC}=D_{sBC}.\cos^2\alpha=36,65.0,999137= 36,62$ m
$d_{CA}=D_{sCA}.\cos^2\alpha=39,65.0,972068=38,54$ m

Pentru distanţele spre punctele radierii, calculele se efectuează în mod similar, toate valorile obţinute fiind transcrise în tabelul 21 (col.5) şi în tabelul 18 centralizator (coloana 7).

12.5. Calculul coordonatelor rectangulare ale punctelor

Drumuirea tahimetrică închisă, a pornit din punctul de staţie A de coordonate absolute cunoscute X_A=200,00 m şi Y_A=200,00 m şi a fost închisă pe acelaşi punct de staţie. Pentru determinarea coordonatelor absolute ale punctelor, trebuie calculate mai întîi coordonatele relative Δx şi Δy.

12.5.1. Calculul şi compensarea coordonatelor rectangulare ale punctelor drumuirii

Fiind o drumuire închisă, coordonatele X şi Y ale punctelor drumuirii se calculează din aproape în aproape astfel:

- coordonatele punctului B se calculează în funcţie de coordonatele punctului A;

- coordonatele punctului C se calculează în funcţie de coordonatele punctului B.

In final, pentru închiderea pe coordonate a drumuirii, se determină prin calcule coordonatele punctului A în funcţie de cele ale punctului C.

Coordonatele absolute calculate ale punctului A ar trebui să fie identice cu cele cunoscute la pornirea drumuirii. Însă, din cauza erorilor intervenite în măsurarea unghiurilor şi distanţelor se obţin <u>erori de închidere pe coordonate</u>: $\pm e_x$ şi $\pm e_y$.

Eroarea totală de închidere pe coordonate planimetrice este dată de relaţia:

$$E_{xy} = \pm\sqrt{e_x^2 + e_y^2}$$

Toleranţele de închidere pe coordonate planimetrice, cu laturile măsurate pe cale indirectă, se calculează folosind relaţiile:

- pentru pante între $0-10^g$: $T_1 = 0{,}28 \text{ m} + 0{,}37 \text{ m} \sqrt{n}$;
- pentru pante între $10-20^g$: $T_2 = 0{,}28 \text{ m} + 0{,}44 \text{ m} \sqrt{n}$;
- pentru pante între $20-30^g$: $T_3 = 0{,}28 \text{ m} + 0{,}56 \text{ m} \sqrt{n}$;
- pentru pante între $30-40^g$: $T_4 = 0{,}28 \text{ m} + 0{,}68 \text{ m} \sqrt{n}$.

în care: n=numărul laturilor drumuirii.

Toleranţele calculate pentru un număr de până la 10 staţii ale drumuirii sînt date în tabelul 22:

TABELUL 22 - Toleranţe admise la închiderea drumuiriler pe coordonate (după Gh.Gavrilov şi L.Gavrilov-1985)

Nr. staţii	Panta terenului			
	$0-10^g$	$10-20^g$	$20-30^g$	$30-40^g$
1	2	3	4	5
2	0,80	0,90	1,07	1,22
3	0,92	1,04	1,25	1,44
4	1,02	1,16	1,40	1,62
5	1,11	1,27	1,53	1,78
6	1,19	1,36	1,65	1,92
7	1,26	1,45	1,76	2,06
8	1,33	1,53	1,86	2,18
9	1,39	1,60	1,96	2,29
10	1,45	1,67	2,06	2,40

Pentru calcularea coordonatelor relative Δx și Δy ale unui punct necunoscut al drumuirii în funcție de punctul anterior, ne folosim de distanța redusă la orizont (d) dintre puncte, care se înmulțește cu sinusul sau cosinusul unghiului de orientare (θ) al laturii respective, în funcție de cadranul topografic în care se află punctul necunoscut.

Coordonatele absolute X și Y ale unui punct necunoscut al drumuirii se calculează adăugînd coordonatele absolute ale punctului anterior valorile Δx și Δy, cu semnul $\pm$, în funcție de cadranul în care se află punctul necunoscut (Fig.126).

Datele necesare pentru calculul coordonatelor relative și valorile rezultate au fost notate în tabelul de mai jos (Tabelul 23):

TABELUL nr.23 - Calculul coordonatelor relative ale punctelor drumuirii

Pct. stație	Pct. vizat	d (m)	Orientări θ (g.c.cc)	sinθ	cosθ	Coord.relative	
						d.sinθ (m)	d.cosθ (m)
1	2	3	4	5	6	7	8
A	B	42,09	99.02.50	0,999883	0,015395	42,085	0,648
B	C	36,62	363.48.50	0,839974	0,542626	30,760	19,871
C	A	38,54	239.03.00	0,575391	0,817879	22,176	31,521

Pentru punctele drumuirii executate se obțin valorile:

$X_B = X_A + \Delta x = X_A + d_{AB} \cdot \sin\theta_{AB} = 200,0 + 42,085 = 242,085$ m

$Y_B = Y_A + \Delta y = Y_A + d_{AB} \cdot \cos\theta_{AB} = 200,0 + 0,648 = 200,648$ m

$X_C = X_B - \Delta x = X_B - d_{BC} \cdot \cos\theta_{BC} = 242,085 - 19,871 = 222,214$ m

$Y_C = Y_B + \Delta y = Y_B + d_{BC} \cdot \sin\theta_{BC} = 200,648 + 30,760 = 231,408$ m

$X_A = X_C - \Delta x = X_C - d_{CA} \cdot \sin\theta_{CA} = 222,214 - 22,176 = 200,038$ m

$Y_A = Y_C - \Delta y = Y_C - d_{CA} \cdot \cos\theta_{CA} = 231,408 - 31,521 = 199,887$ m

Făcînd diferența între coordonatele calculate și cele cunoscute la pornire ale punctului A, se obțin următoarele erori de închidere pe coordonate:

$$e_x = +0,038 \text{ m}$$
$$e_y = -0,113 \text{ m}$$

Conform tabelului nr.22 (coloana 2), toleranța admisă la închiderea pe coordonate a unei drumuiri cu 3 stații, pe un teren cu pante între 0^g–10^g este

$$T_0 = 0,920 \text{ m}$$

Așadar, erorile obținute în cazul drumuirii noastre sînt mai mici decît toleranța admisă. Ca urmare, se poate proceda la calcularea corecțiilor și la compensarea coordonatelor.

Corecțiile se calculează cu ajutorul relațiilor:

$$K_x = \frac{\pm e_x}{n} = \frac{+0,038 \text{ m}}{3} = +0,013 \text{ m}$$

$$K_y = \frac{\pm e_y}{n} = \frac{-0,11 \text{ m}}{3} = -0,037 \text{ m}$$

Corecțiile se vor aplica în progresie aritmetică și cu semnul schimbat, începînd cu coordonatele punctului B, conform Tabelului nr.24:

Punct	Coord.punct pornire (m)		Coord.calculate (m)		Corecții (m)		Coord.compensate (m)		Obs
	X	Y	X	Y	Kx	Ky	X	Y	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	200,000	200,000	–	–	–	–	200,000	200,000	–
B	–	–	242,085	200,648	-0,013	+0,037	242,072	200,685	–
C	–	–	222,214	231,408	-0,026	+0,074	222,188	231,482	–
A	–	–	200,038	199,887	-0,038	+0,113	200,000	200,000	–

12.5.2. Calculul coordonatelor planimetrice ale punctelor de detaliu

Coordonatele punctelor de detaliu se calculează pornind de la valorile coordonatelor absolute ale punctelor de sprijinde stație, din care au fost vizate.

Coordonatele calculate pentru aceste puncte se consideră definitive, întrucît ele au fost determinate prin metoda radierii care nu comportă verificări și compensări.

Datele necesare pentru calcule și valorile obținute au fost notate în tabelul nr.25 și în tabelul nr.18 centralizator (coloanele 9-10 și 12-13).

TABELUL nr.25 - Calculul coordonatelor punctelor de detaliu

Pot. staţie	Pot. vizat	d (m)	Orientări θ g.c.cc	sinθ	cosθ	Coord.relative d.sinθ (m)	Coord.relative d.cosθ (m)	Coord. absolute X (m)	Coord. absolute Y (m)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	1	22,2	115.45.00	0,240313	0,970696	5,335	21,549	221,549	194,665
	2	19,6	193.08.00	0,994098	0,108485	19,484	2,126	202,126	180,516
	3	15,6	319.34.00	0,299141	0,954209	4,667	15,063	184,937	204,667
	4	19,5	16.75.00	0,260083	0,965586	5,072	18,829	205,072	218,829
B	5	21,4	238.05.00	0,562733	0,826639	12,042	17,690	230,030	182,995
	6	13,3	270.60.00	0,895246	0,445573	11,907	5,926	230,165	194,759
C	7	15,1	272.10.00	0,905495	0,424357	13,673	6,408	208,515	225,074
	8	25,2	296.59.00	0,998566	0,053538	25,164	1,349	197,024	230,133

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Coordonatele planimetrice, relative şi absolute ale punctelor de detaliu 1-8 se calculează astfel:

- coordonatele punctelor 1-4 se calculează în funcţie de staţia A:

(1) $X_1=X_A+\Delta x=200,0+d.\cos\theta=200,0+21,549=221,549$ m
$Y_1=Y_A-\Delta y=200,0-d.\sin\theta=200,0-5,335=194,665$

(2) $X_2=X_A+\Delta x=X_A+d.\cos\theta=200,0+2,126=202,126$
$Y_2=Y_A-\Delta y=Y_A-d.\sin\theta=200,0-19,484=180,516$

(3) $X_3=X_A-\Delta x=X_A-d.\cos\theta=200,0-15,063=184,937$
$Y_3=Y_A+\Delta y=Y_A+d.\sin\theta=200,0+4,667=204,667$

(4) $X_4=X_A+\Delta x=X_A+d.\sin\theta=200,0+5,072=205,072$
$Y_4=Y_A+\Delta y=Y_A+d.\cos\theta=200,0+18,829=218,829$

- coordonatele punctelor 5 şi 6 se calculează în funcţie de staţia B:

(5) $X_5=X_B-\Delta x=X_B.d.\sin\theta=242,072-12,042=230,030$ m
$Y_5=Y_B-\Delta y=Y_B-d.\cos\theta=200,685-17,690=182,995$

(6) $X_6=X_B-\Delta x=X_B-d.\sin\theta=242,072-11,907=230,165$
$Y_6=Y_B-\Delta y=Y_B-d.\cos\theta=200,685-5,926=194,759$

- coordonatele punctelor 7 şi 8 se calculează în funcţie de staţia C:

(7) $X_7=X_C-\Delta x=X_C-d.\sin\theta=222,188-13,673=208,515$ m
$Y_7=Y_C-\Delta y=Y_C-d.\cos\theta=230,482-6,408=225,074$

(8) $X_8=X_C-\Delta x=X_C-d.\sin\theta=222,188-25,164=197,024$
$Y_8=Y_C-\Delta y=Y_C-d.\cos\theta=231,482,1,349=230,133$

12.6. Calculul diferenţelor de nivel şi al cotelor punctelor drumuirii

Pentru determinarea diferenţelor de nivel dintre puncte, în teren au fost măsurate, în cadrul ridicării tahimetrice executate, cele două elemente necesare: distanţa stadimetrică (Ds) şi unghiul de înclinare a terenului. Datele măsătorilor au fost notate în tabelul centralizator (Tabelul 18), în coloana 4 şi respectiv 5. Deoarece cu instrumentul "utilizat (tahimetrul "Theo-020A-Zeiss") s-a măsurat unghiul zenital (Z), în coloana 5 s-a notat sub formă de fracţie: unghiul zenital măsurat la numărător şi unghiul de pantă (α) calculat, la numitor. In cazul

laturilor drumuirii, unghiul vertical a fost măsurat de două ori - înainte şi înapoi, în coloana 5 a tabelului fiind notată, la numitor, valoarea medie a unghiului de pantă.

Avînd în vedere că distanţele stadimetrice măsurate pe teren au fost reduse la orizont (Tabelul nr.18, coloana 7), pentru determinarea diferenţelor de nivel vom utiliza formula

$$\Delta h = d \cdot tg\alpha$$

Pentru determinarea cotelor punctelor de sprijin A,B şi C, în cadrul ridicării tahimetrice executate, concomitent cu drumuirea planimetrică a fost executată şi drumuirea închisă de nivelment trigonometric, care a pornit din punctul A şi a fost închisă pe acelaşi punct A de cotă cunoscută: H_A=100,0 m.

Cunoscînd cota punctului de staţie A la pornirea drumuirii, se calculează cota punctului B în funcţie de A, cota punctului C în funcţie de B şi în final, pentru închiderea drumuirii nivelitice, se află din nou, prin calcule, cota punctului A.

Datele necesare pentru calcule şi valorile rezultate sînt notate în tabelul de mai jos (Tabelul 26):

TABELUL 26 - Datele necesare pentru calculul cotelor punctelor de sprijin

Pct. staţie	Pct. vizat	Unghi de pantă α d.c.cc	Dist. redusă d (m)	$tg\alpha$	Cota relativă Δh (d.$tg\alpha$)	Cota absolută calculată H (m)	Corecţia efectivă K_H (m)	Cota absolută compensată H (m)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	B	+8.20.50	42,09	0,129586	+5,454	105,454	+0,067	105,521
B	C	+1.87.50	36,62	0,029477	+1,079	106,533	+0,059	106,659
C	A	-10.68.75	38,54	0,169482	-6,720	99,813	+0,061	100,000

Din calculul diferenţelor de nivel şi al cotelor, rezultă următoarele valori:

- cota punctului A cunoscută la pornirea drumuirii: H_A=100,0 m
- cota punctului B calculată în funcţie de cota punctului A:

$H_B=H_A+\Delta h_{AB}=H_A+d.tg\alpha=100,045,454=105,454$ m

- cota punctului C calculată în funcţie de cota punctului B:

$H_C=H_B+\Delta h_{BC}=H_A+d.tg\alpha=105,454+1,079=106,533$ m

- cota punctului A calculată în funcţie de cota punctului C:

$H_A=H_C-\Delta h_{CA}=H_C-d.tg\alpha=106,533-6,720=99,813$ m

Deoarece drumuirea tahimetrică a fost o drumuire închisă (în circuit), cota punctului A determinată prin calcul ar trebui să fie egală cu valoarea ei cunoscută la pornire, iar diferenţele de nivel trebuie să satisfacă relaţia:

$$\sum_{i=1}^{n}\Delta h_i=0$$

Însă datorită erorilor provenite în operaţiunile de măsurare, se obţine o <u>eroare de închidere pe cotă</u>, care este dată de relaţia:

$$e_H=\pm\sum_{i=1}^{n}.\delta h_i$$

Toleranţa de închidere pe cote este dată de relaţia:

$$T_H=0,40\sqrt{D_{Km}}$$

în care D reprezintă desfăşurarea drumuirii

$$D_{Km}=\sum_{i=1}^{n}d_i\ ,\ \text{exprimată în Km.}$$

<u>Compensarea erorii</u> de închidere pe cote se efectuează proporţional cu lungimea laturilor, drumuirii, sau aplicînd corecţia (K_H) în progresie aritmetică şi cu semnul schimbat fiecărei cote calculate, începînd cu cota a doua a drumuirii (H_B).

Pentru compensare sînt necesare următoarele calcule:

- <u>calculul corecţiei unitare</u>:

$$K_H=-\frac{e_H}{\sum_{i=1}^{n}d_i}$$

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

- <u>calculul corecţiei efective</u> pentru fiecare diferenţă de nivel:

pentru δ_{H_1} ... $K_{H_1} = K_H \cdot d_1$

pentru δ_{H_2} ... $K_{H_2} = K_H \cdot d_2$

pentru δ_{H_3} ... $K_{H_3} = K_H \cdot d_3$

- <u>calculul diferenţelor de nivel</u> compensate cu ajutorul corecţiilor:

$$H_1 = \delta_{H_1} + K_{H_1}$$

$$H_2 = \delta_{H_2} + K_{H_2}$$

$$H_3 + \delta_{H_3} + K_{H_3}$$

- <u>pentru verificare</u> trebuie îndeplinită condiţia:

$$\sum_{i=1}^{n} \Delta H_n = 0$$

<u>Pentru exemplul numeric</u> al drumuirii executate, se obţin valorile:

$$e_H = \sum_{i=1}^{3} \delta_H = -0,187 \text{ m}$$

$$K_H = \frac{-e_H}{\sum_{i=1}^{n}} d_1 = \frac{-0,187}{117,25} = +0,0015948$$

$K_{AB} = K_H \; d_{AB} = +0,0015948 \; 42,09 \text{ m} = +0,067 \text{ m}$

$K_{BC} = K_H \; d_{BC} = +0,0015948 \; 36,62 \text{ m} = +0,059 \text{ m}$

$K_{CA} = K_H \; d_{CA} = +0,0015948 \; 38,54 \text{ m} = +0,061 \text{ m}$

$\Delta H_{AB} = \delta H_{AB} + K_{AB} = +5,454 + 0,067 = +5,521$

$\Delta H_{BC} = \delta_{BC} + K_{BC} = +1,079 + 0,059 = +1,138$

$\Delta H_{CA} = \delta_{CA} + K_{CA} = -6,720 - 0,061 = -6,659$

In acest caz se verifică condiţia

$$\sum_{i=1}^{n} \Delta H_n = 0$$

deoarece: $\Delta H_{AB} + \Delta H_{BC} + \Delta H_{CA} = 5,521 + 1,138 - 6,659 = 0$

Calculul cotelor punctelor de staţie dă următoarele valori:

$H_B = H_A + \Delta H_{AB} = 100,000 + 5,521 = 105,521$ m

$H_C = H_B + \Delta H_{BC} = 105,521 + 1,138 = 106,659$

$H_A = H_C - \Delta H_{CA} = 106,659 - 6,659 = 100,000$

12.7. Calculul diferenţelor de nivel şi al cotelor punctelor de detaliu

Diferenţele de nivel şi cotele punctelor de detaliu se calculează în funcţie de cotele punctelor de sprijin ale drumuirii din care au fost văzute prin radiere. Cotele acestor puncte odată calculate rămîn definitive, metoda radierii nepermiţînd verificări şi compensări.

Pentru calcularea diferenţelor de nivel vom utiliza aceeaşi formulă ($\Delta h = d.tg\alpha$), în care va fi introdusă valoarea distanţei redusă la orizont (d) şi unghiul de pantă (α), valori ce au fost notate în Tabelul nr.18 (coloanele 5 şi 7) şi în tabelul de mai jos (Tabelul nr.27).

Menţionăm că, în cadrul ridicării tahimetrice executate, distanţa stadimetrică şi unghiul de pantă spre punctele de detaliu au fost măsurate o singură dată, într-un singur sens, din punctele de sprijin (de staţie) spre punctele radiate.

TABELUL nr.27 - Datele necesare calculării cotelor punctelor de detaliu

Punct staţie / cota	Punct vizat	Distanţa redusă d (m)	Unghi de pantă α g.c.cc	$tg\alpha$	Cota relativă h(m) (d.tgα)	Cota absolută H (m)	Nr. punct
1	2	3	4	5	6	7	8
A / 100,0	1	22,2	+0,83,00	0,013038	+0,297	100,297	1
	2	19,6	+0.95.00	0,014924	+0,292	100,292	2
	3	15,6	+1.34.00	0,021052	+0,328	100,328	3
	4	19,5	+0.96.00	0,015081	+0,294	100,294	4

BCU ALICE-TRAIAN UNIVERSITY LIBRARY

1	2	3	4	5	6	7	8
B 105,521	5	25,9	-15.19.00	0,243238	-6,300	99,221	5
	6	13,3	-23.30.00	0,383263	-5,097	100,424	6
C 106,659	7	15,1	-23.92.00	0,394475	-5,957	101,102	7
	8	25,2	-15.23.00	0,243903	-6,146	100,513	8

In cazul ridicării tahimetrice descrise se obțin valorile:

$$H_1=H_A+\Delta h_{A1}=H_A+d_{A1}\cdot tg\alpha=100,0+0,297=100,297 \text{ m}$$

$$H_2=H_A+\Delta h_{A2}=H_A+d_{A2}\cdot tg\alpha=100,0+0,292=100,292$$

$$H_3=H_A+\Delta h_{A3}=H_A+d_{A3}\cdot tg\alpha=100,0+0,328=100,328 \text{ m}$$

$$H_4=H_A+\Delta h_{A4}=H_A+d_{A4}\cdot tg\alpha=100,0+0,294=100,294$$

$$H_5=H_B-\Delta h_{B5}=H_B-d_{B5}\cdot tg\alpha=105,521-6,300=99,221 \text{ m}$$

$$H_6=H_B-\Delta h_{B6}=H_B-d_{B6}\cdot tg\alpha=105,521-5,097=100,424$$

$$H_7=H_C-\Delta h_{C7}=H_C-d_{C7}\cdot tg\alpha=106,659-5,957=101,102 \text{ m}$$

$$H_8=H_C-\Delta h_{C8}=H_C-d_{C8}\cdot tg\alpha=106,659-6,146=100,513$$

Toate valorile obținute au fost notate în tabelele nr.18 și 27.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

LUCRAREA PRACTICĂ nr-13

13. INTOCMIREA PLANULUI TOPOGRAFIC SI REPREZENTAREA RELIEFULUI

13.1. Generalităţi

Scopul final al unei ridicări tahimetrice este întocmirea planului topografic al portiunii de teren ce a constituit obiectul ridicării. Planul topografic trebuie să cuprindă reprezentarea grafică a detaliilor planimetrice şi a reliefului terenului.

Intocmirea planului topografic este ultima fază a ridicării topografice, prin aceasta materializîndu-se rezultatele primelor două etape -ale măsurătorilor de pe teren şiale calculelor din birou.

Intocmirea planului topografic reprezintă totalitatea lucrărilor de raportare a elementelor topografice şi de desenare a detaliilor planimetrice şi altimetrice, cu ajutorul semnelor convenţionale adecvate.

Obişnuit, reprezentarea reliefului se realizează suprapus peste reprezentarea detaliilor planimetrice. In acest caz, realizarea planului topografic necesită următoarele operaţiuni:

- întocmirea caroiajului rectangular la scara stabilită;
- raportarea punctelor topografice pe caroiaj în funcţie de coordonatele lor rectangulare;
- unirea punctelor raportate, conform schiţei din teren şi desenarea detaliilor planimetrice;
- raportarea şi interpolarea cotelor, trasarea curbelor de nivel şi desenarea diverselor detalii altimetrice.

Atunci cînd viitorul plan topografic va avea o durată mai lungă de timp şi la realizarea lui se cere o precizie maximă, caroiajul rectangular şi întreaga reprezentare grafică trebuie întocmite pe o hîrtie de desen de calitate superioară, ori pe folii de astralon, material plastic etc., care înregistrează

deformări cît mai mici.

In cazul cînd se urmăreşte realizarea mai rapidă şi cu o precizie mai redusă, caroiajul rectangular se întocmeşte pe hîrtie milimetrică.

Prezentăm în continuare etapele de întocmire a planului topografic pe baza datelor ridicării topografice prezentate în lucrările practice nr. 11 şi 12 (Tabelul 18).

13.2. Reprezentarea detaliilor planimetrice

Pentru reprezentarea detaliilor planimetrice pe viitorul plan topografic, este necesară mai întîi raportarea punctelor topografice de sprijin în funcţie de coordonatele lor planimetrice (X,Y) calculate (Tabelul 18, col.12-13), pe un caroiaj rectangular întocmit la o scară de proporţie dinainte stabilită.

Exemplu: se cere întocmirea unui caroiaj rectangular la scara de 1:400 (1 mm=0,4 m, sau 1 cm=4 m pe teren) şi cu distanţa între liniile reţelei de 4 m.

Pe o hîrtie milimetrică (Fig.127), se trasează axa orizontală (OX) pe marginea de jos şi axa verticală (OY) pe marginea din stînga; apoi se trasează o reţea de linii paralele la cele două axe şi echidistante din 4 în 4 m, ceea ce înseamnă la scara 1:400, cu echidistanţa grafică de 1 cm. Prin intersecţia lor, aceste linii dau naştere unei reţele de pătrate cu L=4 m, respectiv S=16 m^2, alcătuind caroiajul rectangular.

Liniile caroiajului rectanjular vor reprezenta coordonate rectangulare cu valori rotunde din 4 m în 4 m, care vor fi notate la capetele lor, în lungul celor două axe. Pentru evitarea consumului inutil de hîrtie, notarea valorilor acestor linii va începe de la o valoare rotundă imediat mai mică decît valoarea minimă a coordonatei X şi respectiv Y din tabel şi se va termina la valorile rotunde imediat mai mari faţă de valorile maxime ale celor două coordonate.

Raportarea punctelor topografice pe caroiaj se poate realiza prin două metode - metoda aproximativă şi metoda exactă, alegînd una din ele, în funcţie de precizia dorită.

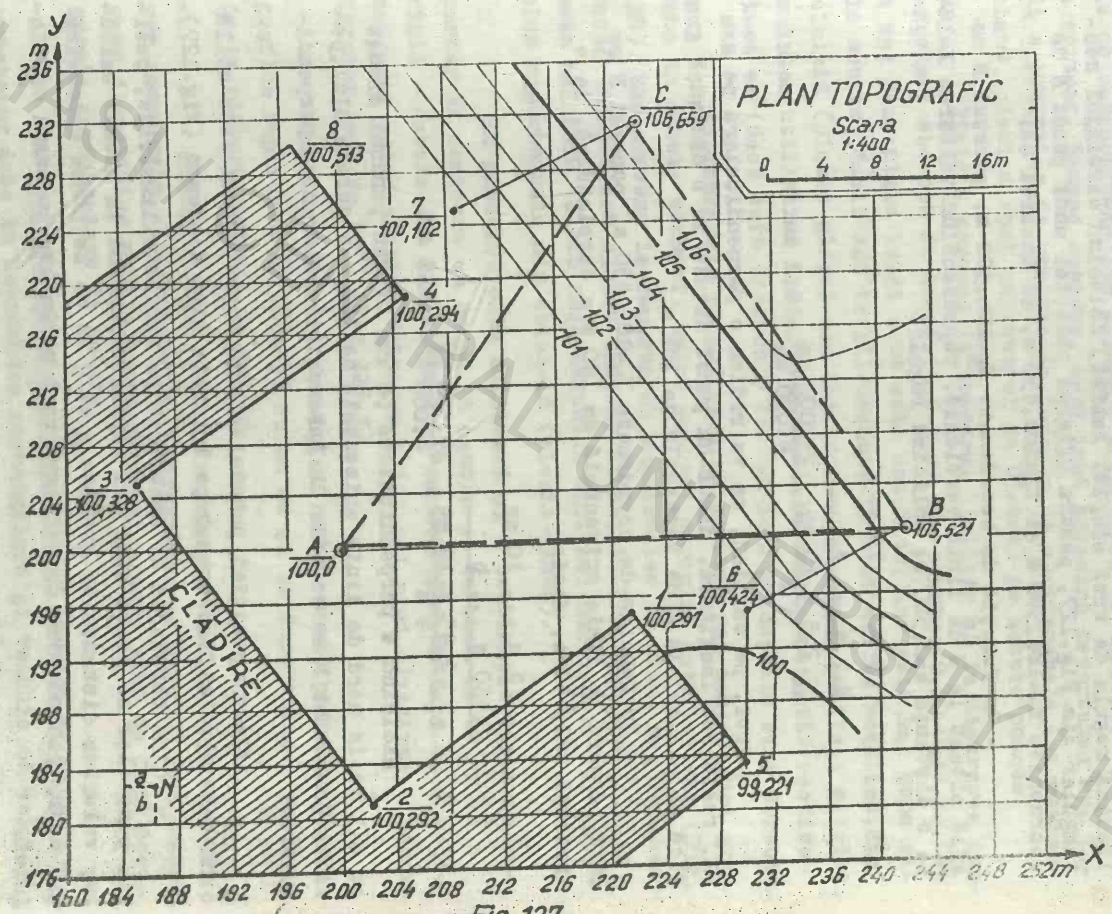

PLAN TOPOGRAFIC
Scara
1:400
0 4 8 12 16m
y
m
x
C
105,659
8
100,513
7
100,102
4
100,294
3
100,328
A
100,0
B
105,521
6
100,424
1
100,291
2
100,292
5
99,221
CLADIRE
a
b
N
106
105
104
103
102
101
100

Fig. 127

- Metoda aproximativă constă în raportarea punctelor fie prin calcul, fie cu instrumente obișnuite mai puțin precise - un raportor și o riglă milimetrică.

Pentru aflarea poziției unui punct prin calcul, se utilizează regula de trei simplă. Astfel, folosind caroiajul rectangular din Fig.127, pentru aflarea poziției unui punct N de coordonate X_N=186,500 m și Y_N=182,450 m, se observă că:

- In funcție de coordonata X_N=186,500 m, punctul N se află situat la E de linia verticală, reprezentînd valoarea X=184 m la o distanță a=2,500 m; aplicînd regula:

$$\begin{array}{l} 4\ m \ldots 10\ mm \\ \underline{2,5\ m \ldots a} \end{array}$$

$$a = \frac{2,5\ m \cdot 10\ mm}{4\ m} = \frac{25.000\ mm}{4.000\ mm} = 6,2\ mm$$

Apoi, pe caroiaj, se va ridica o perpendiculară pe axa OX, reală sau imaginară, dintr-un punct situat la o distanță grafică de 6,2 mm, la E de verticala de 184 m.

- In funcție de coordonata Y_N=182,450 m, punctul N se află la nord de linia orizontală de 180 m a caroiajului, la o distanță b=2,450 m, deci:

$$\begin{array}{l} 4\ m \ldots 10\ mm \\ \underline{2,450\ m \ldots b} \end{array}$$

$$b = \frac{2,45\ m \cdot 10\ mm}{4\ m} = \frac{24.500\ mm}{4.000} = 6,1\ mm$$

Ridicînd o perpendiculară pe axa OY din punctul situat cu 6,1 mm la nord de linia orizontală de 180 m a caroiajului, poziția punctului N se va afla la intersecția celor două perpendiculare.

Aflarea poziției punctelor prin acest calcul este utilă cînd caroiajul a fost trasat pe o hîrtie albă de desen (Fig.127).

Cînd caroiajul se desenează pe hîrtie milimetrică, poziția punctelor se poate afla mai rapid, renunțînd la aceste calcule; valoarea distanțelor grafice a și b în mm se poate determina mai ușor, ținînd cont de valoarea unui milimetru la scara caroiajului.

BCU "LUCIAN BLAGA" CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Rigla și raportorul folosesc la aflarea poziției punctelor pe plan mai rapidă, dar cu o precizie modestă. Aceste instrumente sînt utilizate la raportarea punctelor de detaliu în funcție de coordonatele lor polare - orientarea și distanța redusă la orizont. Pentru aceasta, este însă necesară raportarea mai întîi a punctelor de sprijin în funcție de coordonatele lor rectangulare, plasînd apoi raportorul cu O(zero) pe aceste puncte.

Riglele servesc la trasarea liniilor și la măsurarea distanțelor; ele pot fi lungi (0,5-1 m) sau scurte (0,20-0,30 m). Cele mai bune rigle lungi sînt cele metalice, iar cele mai bune rigle scurte (dubli sau tripli-decimetri) sînt acelea metalice, din celuloid (plexic-glass) sau din lemn cu gradații pe fișii galalit. Înaintea utilizării unei rigle, trebuie verificată atît rectitudinea ei (dacă este dreaptă), cît și dacă gradațiile sînt corecte.

Raportoarele obișnuite sînt cercuri sau semicercuri gradate în ambele sensuri, avînd centrul cercului materializat (Fig. 128). Ele servesc la raportarea unghiurilor pe plan, sau la măsurarea unghiurilor dintre diverse direcții. Precizia operațiilor este mai mare cu cît raza cercului este mai mare. Cele mai bune sînt raportoarele din celuloid (plexic-glass).

În practică este utilizată și o combinație dintr-un raporter în semicerc cu un ac în centru și cu raza de 15 cm și o riglă - ambele din plexic-glass - constituind de fapt un coordonatograf polar simplu. Valoarea celei mai mici diviziuni a raportorului este de 50^{cc} (Fig.128.f).

După determinarea poziției lor pe plan, punctele topografice răpertate se înțeapă cu un ac și se încercuiesc, notîndu-le alături numărul de ordine.

- Metoda exactă constă în raportarea punctelor ale căror coordonate sînt cunoscute. Operațiunea se execută cu ajutorul unor dispozitive numite coordonatografe, care sînt de două categorii: rectangulare și polare.

a. Coordonatografele rectangulare servesc la raportarea punctelor date în coordonate rectangulare și trebuie să asigure o precizie de raportare de 0,1 m la scara planului.

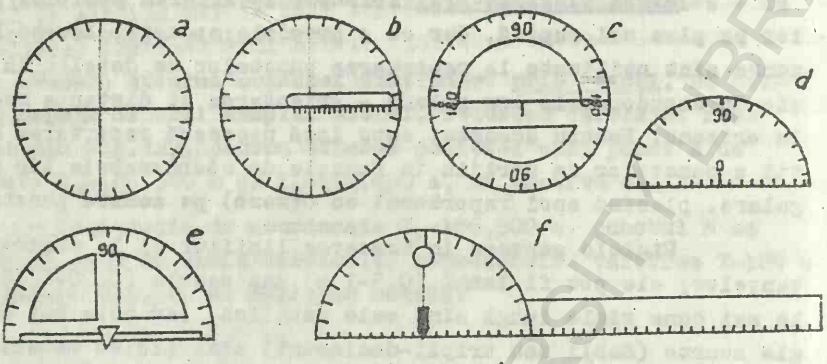


Fig. 128 Diferite tipuri de raportoare

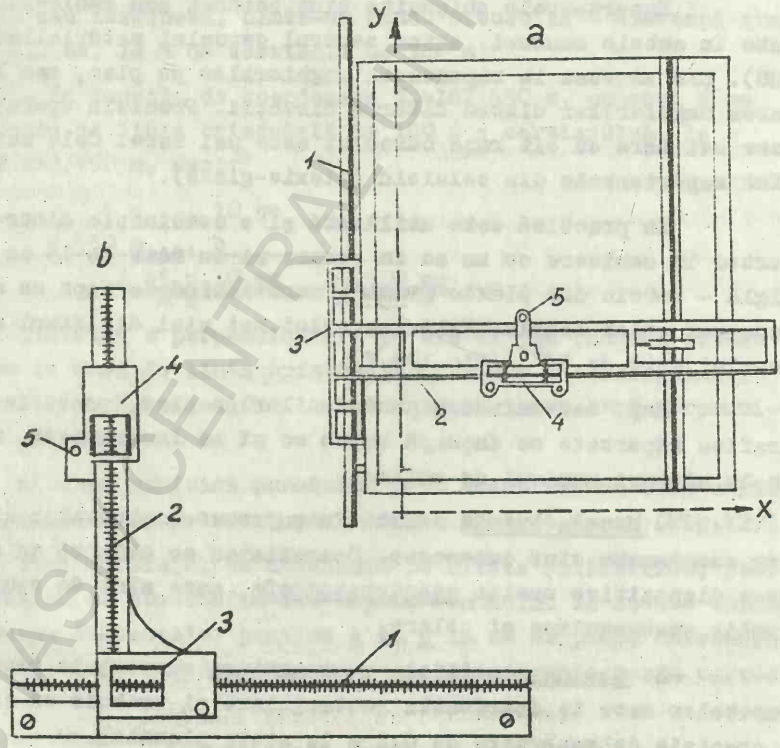


Fig. 129 Schema coordonatografului rectangular : a. mare; b. mic

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Coordonatografele de mare precizie sînt prevăzute cu dispozitive optice şi mecanice şi tambure care permit raportarea punctelor cu o precizie de 0,01 mm.

In vederea evitării calculelor de transformare a coordonatelor la scara de reprezentare, coordonatografele moderne sînt prevăzute cu benzi gradate pentru scările cele mai uzuale.

Din punctul de vedere al construcţiei şi a posibilităţilor în exploatare, se deosebesc două tipuri de coordonatografe rectangulare: tip mare şi tip mic.

Coordonatografele rectangulare mari servesc la executarea cartografului şi la raportarea tuturor punctelor de coordonate rectangulare cunoscute. Ele permit raportarea dintr-odată a punctelor pe planuri de dimensiuni mari, de pînă la 150 x 150 cm. Aşa este coordonatograful de precizie al firmei "Carl Zeiss"-Jena, cu care se pot raporta planuri de dimensiuni 90/120 cm.

Un astfel de aparat (Fig.129-a) este compus în principal din două rigle metalice reciproc perpendiculare (1 şi 2) şi două cursoare (3 şi 4), fiecare culisînd pe cîte o riglă. Cursorul (3) permite deplasarea riglei (2) în lungul axei OY şi deci raportarea valorilor Y, iar cursorul (4) permite găsirea valorii X; la intersecţia celor două valori, punctul se înţeapă cu un ac (5), se încercuieşte şi i se notează numărul.

Aceste coordonatografe sînt montate pe mese speciale, cuprinzînd şi planşete pe care se efectuează raportarea.

Coordonatografele rectangulare mici se utilizează în acelaşi scop, cînd nu există coordonatografe mari, dar de obicei pentru planuri mici. Ele se mai folosesc în mod curent la raportarea punctelor în completare pe planuri mari, se păstrează în cutie şi se montează numai cînd este necesar. Schema unui astfel de instrument este dată în Fig.129-b.

Din schemele prezentate (Fig.129-a,b), rezultă că ambele tipuri posedă o riglă fixă (1) şi o riglă mobilă (2); mişcările riglei (braţului) mobile pe cea fixă şi ale cursorului (3) pe rigla mobilă sînt controlate prin două şuruburi - unul de blocare şi altul de fină mişcare.

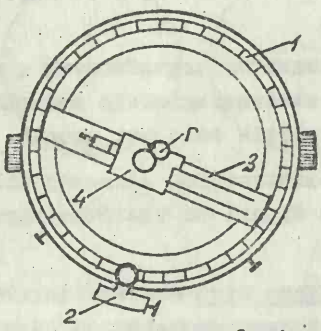


Fig. 130 Coordonatograf polar cu cerc gradat

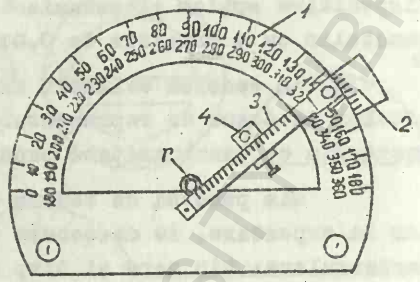


Fig. 131 Coordonatograf polar cu semicerc

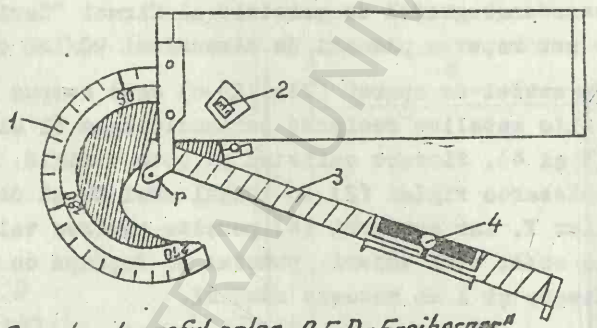


Fig. 132 Coordonatograful polar „O.E.D.-Freiberger"

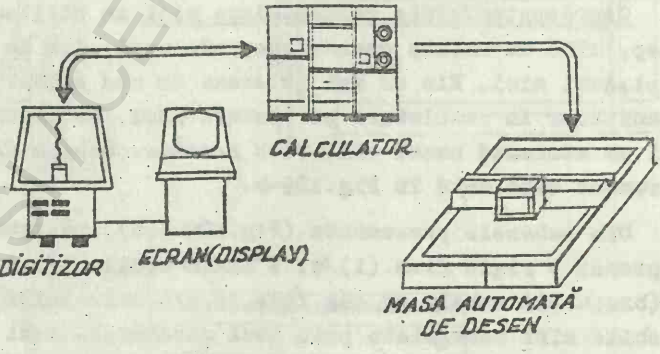


Fig. 133 Schema unui echipament modern de prelucrare automată a datelor geometrice (după V. Neamțu și colab. -1982)

BCU IAȘI CENTRALĂ UNIVERSITARĂ LIBRARY

La unele instrumente, gradaţiile sînt gravate pe riglele demontabile, pe fiecare figurînd o singură scară.

b. Coordonatografele polare servesc la raportarea punctelor date în coordonate polare şi mai sînt numite raportoare de precizie. Cele mai cunoscute sînt coordonatografele polare cu cerc gradat, care sînt alcătuite în principal din următoarele elemente: un cerc gradat (1), cu notaţii în ambele sensuri, fie pe un cerc complet (Fig.130), pe un semicerc (Fig.131) sau pe $\frac{3}{4}$ de cerc (Fig.132), un vernier mobil pentru unghiuri (2); o riglă mobilă cu o muchie gradată (3) şi un vernier mobil pentru distanţe (4). In vederea raportării punctelor ridicate în teren prin radiere, coordonatograful polar trebuie plasat cu reperul zero (r) pe punctele de sprijin (de staţie), care au fost raportate anterior cu coordonatograful rectangular.

Cu coordonatografele polare se pot raporta puncte cu aceeaşi precizie ca şi în coordonate rectangulare şi dau unghiuri cu o precizie de 1^{g} la vernierul unghiurilor şi distanţe cu o precizie de 0,1 mm la vernierul distanţelor.

Folosirea coordonatografului polar de precizie elimină calculul coordonatelor rectangulare şi duce la o însemnată economie de timp, asigurînd totuşi precizia grafică necesară.

Menţionăm că în practica actuală sînt utilizate şi instrumente automate pentru raportare şi desenare, care sînt instalaţii complexe, moderne, ce utilizează echipamente prevăzute cu calculator, masă automată de desen, ecrane (display) grafice şi alfanumerice şi digitizor (Fig.133). Utilizarea lor presupune gestionarea informaţiilor din planurile topografice în bănci de date (BD) care sînt capabile să furnizeze răspunsuri în formă numerică sau grafică prin prelucrarea diversificată a datelor. Punctele planului topografic original sînt preluate prin digitizare în vederea stocării lor sub formă numerică (coordonatele x,y şi z şi semnificaţie) în BD. Operaţiile de redare grafică a elementelor cuprinse în BD ce pot fi executate cu astfel de echipamente automate în domeniul topografiei-cartografiei sînt multiple: construirea de profile topografice; redări de planuri topografice la diferite scări; executarea unor hărţi de densitate; obţinerea de planuri selective orientate pe domenii; desenarea automată a perspectivelor obiectelor din spaţiul topografic ş.a.

Un asemenea echipament este "Coradomatul "Coradi"-Zürich, care are suprafaţa de lucru de 130 x 160 cm, transformă datele informaţionale introduse cu un sistem digital şi le redă sub formă de desen, dar care poate folosi şi invers, urmărind desenul şi programîndu-l. La această instalaţie, ca purtătoare ale datelor digitale se folosesc benzile perforate, iar viteza de desenare este de 50 mm/sec., cu o precizie de ±0,01 mm.

13.3. Reprezentarea reliefului pe planul topografic

Scopul fiind al ridicărilor altimetrice topografice este reprezentarea reliefului prin curbe de nivel.

Pentru reprezentarea reliefului pe planurile topografice, cea mai folosită este metoda curbelor de nivel, în combinaţie cu metoda cotelor, deoarece posedă în cel mai înalt grad proprietatea de comensurabilitate.

De asemenea, pentru redarea unor microforme de relief sau a formelor de relief antropic-abrupturi, malurile albiilor minore adîncite, ravene, torenţi, terase antropice, gropi, cariere, movile, ramblee, deblee etc. - sînt utilizate simboluri cartografice speciale.

Pentru trasarea curbelor de nivel, după efectuarea pe teren a măsurătorilor altimetrice şi calcularea cotelor diverselor puncte, se raportează aceste puncte pe plan în funcţie de coordonatele lor rectangulare sau polare, notînd în dreptul lor şi valoarea cotelor (Fig.127), care sînt valori carecare, cu zecimale.

Curbele de nivel sînt nişte izolinii, respectiv linii curbe continue ce unesc puncte cu aceeaşi valoare rotundă (din 0,5 în 0,5 m, din 1 în 1 m, din 5 m în 5 m etc) a altitudinii reliefului.

Găsirea poziţiei punctelor cu valoare rotundă a altitudinii reliefului şi trasarea în birou a curbelor de nivel se poate efectua prin interpolare, care se poate realiza prin calcul, sau mai exact cu ajutorul unui izograf (izometru). Pentru construirea izografului şi efectuarea interpolării, este necesară mai întîi stabilirea intervalului sau a echidistanţei curbelor de nivel.

Astfel, pentru reprezentarea reliefului pe planul topografic al porţiunii de teren ce a constituit obiectul ridicării tahi-

metrice executate şi descrise anterior, după raportarea punctelor pe caietaşul rectangular în funcţie de coordonatele lor rectangulare (Fig.127), în dreptul fiecărui punct a fost notat, sub forma unei fracţii, la numărător numărul de ordine, iar la numitor cota punctului.

De pe plan se observă că altitudinile extreme ale porţiunii de teren sînt: H_5=99,221 m şi H_B=106,569 m.

Avînd în vedere scara planului (1:400) şi distanţa grafică între puncte, s-a stabilit trasarea unor curbe de nivel cu echidistanţa de 1 m. Aşadar, pe plan vor putea fi trasate curbele de nivel cu valorile: 100, 101, 102, 103, 104, 105 şi 106 m.

Desigur, pentru reprezentarea cît mai fidelă a reliefului unei porţiuni de teren, este necesară determinarea a cît mai multor cote. Ridicarea tahimetrică descrisă mai sus a fost limitată doar la determinarea celor trei puncte de sprijin şi opt puncte de detaliu cît permite o şedinţă de lucrări practice cu studenţii de numai 2 ore.

Conform Fig.127, în vederea interpolării cotelor şi a trasării curbelor de nivel, au fost unite două cîte două numai cotele apropiate printre care se poate trasa cel puţin una din curbele de nivel menţionate mai sus: cota 5 cu 6, cota B cu 6, B cu C şi C cu 7. Izograful a fost construit conform indicaţiilor din Fig.31 (Partea I-a, Lucr.practică nr.11).

Menţionăm că, după trasarea curbelor de nivel în tuş, pe planul topografic, liniile drepte ce au fost trasate în creion, unind cotele perechi pentru a ajuta interpolarea, trebuie şterse cu guma.

De asemenea, după definitivarea desenării în tuş, pe planul topografic nu se mai păstrează nici numerele de ordine ale punctelor determinate, iar dintre cote se mai notează doar cele considerate ca fiind importante.

BCU IAŞI CENTRUL UNIVERSITAR LIBRARY

LUCRAREA PRACTICA NR.14

14. CUNOASTEREA SI MINUIREA APARATAJULUI DE FOTOGRAMMETRIE

14.1. Generalităţi

Fotogrammetria este ştiinţa care se ocupă cu reconstituirea şi măsurarea formei şi poziţiei obiectelor şi fenomenelor în spaţiu şi în timp pe baza imaginilor fotografice ale acestora, în vederea obţinerii planurilor şi hărţilor topografice.

Obiectul cel mai frecvent reconstituit şi măsurat prin fotogrammetrie este suprafaţa Pământului. De aceea, fotogrammetria este, alături de geodezie şi topografie, o disciplină a ştiinţei măsurătorilor terestre.

Fotogrammetria, la fel ca topografia, este o tehnică de ridicare propriu-zisă, intensivă a teritoriilor cu detaliile ce le conţin, sprijinindu-se pe punctele reţelei geodezice. Însă, fotogrammetria realizează planuri şi hărţi topografice după fotografii speciale ale terenului, denumite fotograme, prin prelucrarea acestora în laborator, cu aparatură adecvată, scurtîndu-se durata şi sporindu-se mult randamentul ridicărilor.

Fotogrammetria cuprinde mai multe subdiviziuni, ce se deosebesc după diverse criterii.

Astfel, după domeniul de aplicabilitate se deosebesc: fotogrammetria topografică şi fotogrammetria netopografică.

Fotogrammetria topografică poate fi împărţită după două criterii: a) după modul de obţinere a fotogramelor: geofotogrammetria şi aerofotogrammetria; b) după modul de exploatare a fotogramelor: fotogrammetria planigrafică şi stereofotogrammetria.

14.2. Fotograma

Fotograma (fotografia metrică) este, din punct de vedere geometric, o proiecţie (perspectivă) centrală.

Din punct de vedere tehnic, faţă de o fotografie obişnuită, fotograma este o imagine fotografică obţinută în condiţii speciale şi care prezintă anumite proprietăţi metrice.

Fotogramele se obţin prin fotografierea terenului cu camere fotografice metrice, care posedă obiective special construite şi sînt situate fie la sol, în puncte fixe (obţinîndu-se geofotogramele), fie în aeronave special amenajate (obţinîndu-se aerofotogramele).

Fotograma înregistrează şi redă starea obiectelor şi proceselor de pe suprafaţa terestră pe durata timpului de expunere, care este foarte scurtă, de ordinul sutimelor de secundă. De aceea, ea este o imagine statică instantanee şi obiectivă a suprafeţei terestre.

Fotogramele pot fi color sau în alb-negru (nuanţe de gri), ultimele fiind cele mai folosite.

Formatul, mărimea şi elementele de identificare

Fotograma este imaginea fotografică a unor obiecte sau fenomene fixată pe un clişeu; ea este o fotografie metrică, păstrînd caracteristicile metrice ale obiectelor. In practică, cele mai utilizate sînt fotogramele sub formă de copii pozitive de contact, pe hîrtie fotografică de obicei mată.

Forma şi mărimea fotogramei corespunde cu dimensiunile clişeului. Astfel, geofotogramele au format dreptunghic, cu dimensiunile 9 x 12 cm, 10 x 15 cm, 13 x 18 cm ş.a., iar aerofotogramele- care sînt cele mai utilizate, au formatul pătratic, cu dimensiunile 30 x 30, 23 x 23, 18 x 18 şi mai rar 14 x 14 cm.

Camerele fotoaeriene sînt montate în aeronave şi au axa optică fie verticală, fie cu o înclinare faţă de verticală (respectiv, faţă de direcţia nadirală). In funcţie de poziţia axei optice a camerei fotoaeriene se obţin diferite tipuri de aerofotograme: verticale sau nadirale, înclinate şi panoramice. In practică, cele mai utilizate sînt aerofotogramele verticale sau nadirale, avînd proprietăţi geometrice superioare.

Aerofotogramele pot fi utilizate corect numai dacă se cunoaşte posibilitatea de orientare a negativului fotoaerian în raport cu axele de coordonate din spaţiu, exact aşa cum era în momentul aerofotografierii. Pentru aceasta trebuie cunoscute elementele de orientare interioară şi exterioară.

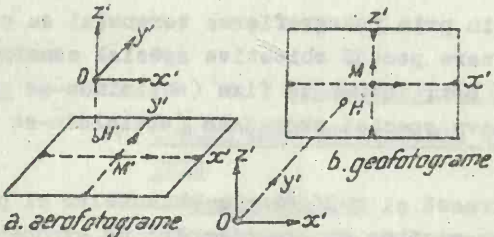


Fig. 134 Sistemele de coordonate ale fotogramelor

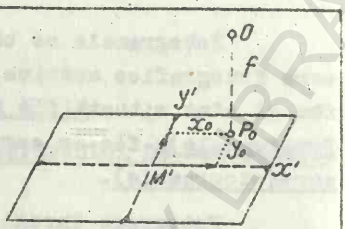


Fig. 135 Elementele de orientare interioară ale aerofotogramei

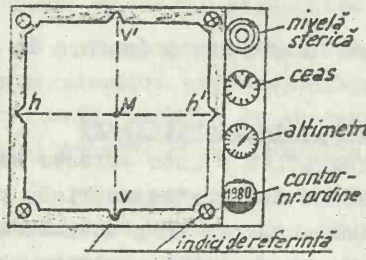


Fig. 136 Datele necesare utilizării aerofotogramei

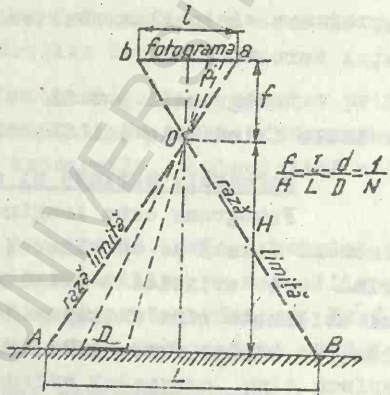


Fig. 137 Determinarea scării aerofotogramelor pentru terenuri orizontale

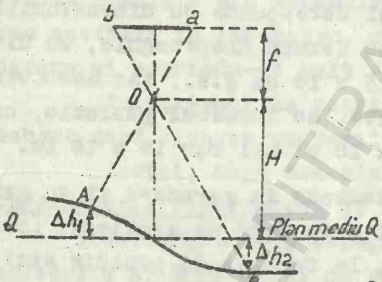
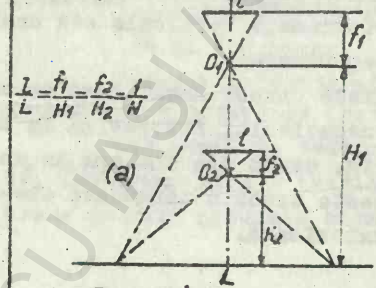


Fig. 138 Determinarea scării aerofotogramelor pentru terenuri accidentate



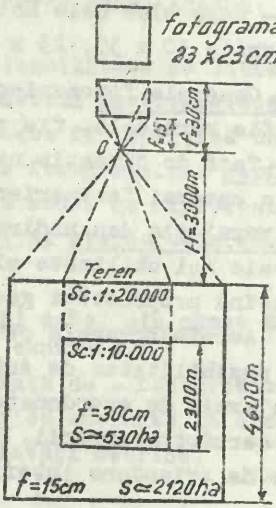


Fig. 139 Influența distanței focale a camerei fotoaeriene

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

In fotogrammetrie, sînt utilizate următoarele sisteme de coordonate (Fig.134):

- sistemul de coordonate rectangulare plane ale fotogramei, x',y' pentru aerofotograme și x',z' pentru geofotograme; x' și y', respectiv x' și z' sînt axele de coordonate în sistemul fotogramei date de direcțiile obținute prin unirea indicilor de referință ai fotogramei (Fig.136);

- sistemul de coordonate rectangulare spațiale (x',y',z') ale fotogramei aeriene, în care coordonata z'=f, iar x' și y' sînt definite ca mai sus;

- sistemul coordonatelor fotogrammetrice, în care originea sistemului de coordonate este punctul O (punctul principal de emergență a obiectivului camerei fotoaeriene sau al fototeodolitului; direcția axei z în aerofotogrammetrie și aceea a axei y în geofotogrammetrie sînt după axa de fotografiere;

- sistemul de coordonate rectangulare folosite în geodezie (X,Y,Z) adoptat la nivelul țării respective sau pe plan local.

Elementele de orientare interioară permit restabilirea poziției pe care o avea aerofotograma sau geofotograma, față de centrul de proiecție O, în momentul fotografierii, deci poziția unui plan față de un punct. Aceste elemente sînt (Fig.135):

- distanța principală (f) sau constanta camerei fotoaeriene ori a fototeodolitului, care este asimilată cu distanța focală;

- coordonatele x_0,y_0 ale punctului principal P_0, în sistemul de coordonate al fotogramei (x',M',y'), punct care se află la intersecția axei optice a camerei foto cu planul fotogramei.

Ambele elemente sînt cunoscute: distanța focală (f) este înregistrată pe fotogramă, iar coordonatele x_0,y_0 ale punctului principal se determină pe baza axelor de coordonate date de unirea indicilor de referință vv' și hh', care sînt niște semne înregistrate prin fotografiere la colțurile sau la mijlocul laturilor fotogramei (Fig.136).

În timpul aerofotografierii, mai sînt înregistrate, pe una din marginile aerofotogramei (Fig.136) și alte date necesare identificării și exploatării acesteia: imaginea unei nivele sferice; imaginea unui ceasornic; imaginea unui altimetru și a unui statoscop, care arată altitudinea de zbor (H) și, respectiv, abaterea

față de altitudinea de zbor stabilită în proiectul de aerofotografiere; imaginea unui contor, indicînd numărul și seria aerofotogramei. Totodată, pe aerofotograme mai sînt înscrise: data calendaristică și nomenclatura trapezului Gauss la scara 1:25.000 în care se situează teritoriul fotografiat.

Elementele de orientare exterioară a fotogramelor permit stabilirea poziției acestora față de sistemul de coordonate adoptat, de exemplu cel geodezic. În cazul aerofotografierii, aceste elemente nu se cunosc în prealabil.

Pentru geofotograme, aceste elemente sînt coordonatele geodezice X,Y,Z ale stației de prizâ și orientarea axei optice, fiind relativ ușor de determinat prin măsurători geodezice și topografice.

Pentru aerofotogramele verticale, avînd direcțiile axelor X și Y de pe teren, elementele de orientare exterioară sînt: coordonatele punctului O (X_0, Y_0, Z_0), în sistemul geodezic, din care Z_0=H (înălțimea de aerofotografiere) și unghiurile φ, ω, κ (φ = unghiul de înclinare longitudinală a fotogramei, deci în jurul axei OY; ω = unghiul de înclinare transversală, în jurul axei OX; κ = unghiul de rotire a fotogramei în plan, în jurul axei OZ). Coordonatele punctului de perspectivă O se determină prin măsurători indirecte, utilizînd puncte terestre identificabile pe fotogramă, cărora li se cunosc coordonatele geodezice X,Y,Z și care se numesc puncte de reperaj fotogrammetric.

Scara aerofotogramelor

Între elementele geometrice ale aerofotogramei și teren, se pot stabili relații matematice precise.

Astfel, în cazul aerofotogramelor verticale și al unui teren orizontal, din Fig.137 se observă că triunghiurile AOB și aOb sînt asemenea, încît se poate scrie relația:

$$\frac{f}{H} = \frac{l}{L} = \frac{d}{D} = \frac{1}{N} = \text{scara} \qquad (14.1)$$

în care: f= distanța focală a camerei fotoaeriene (constantă);
H= înălțimea de zbor deasupra terenului (relativă);
l= lungimea laturii aerofotogramei;
L= lungimea corespunzătoare din teren;

d= o distanţă pe aerofotogramă;
D= distanţa corespunzătoare din teren;
N= numitorul scării de proporţie

Din relaţia de mai sus rezultă că scara unei aerofotograme poate fi dedusă în funcţie de mai multe elemente.

Astfel, în cazul unui teren plat, poate fi utilizată relaţia:

$$\frac{1}{N} = \frac{f}{H} \rightarrow N = \frac{H}{f} \qquad (14.2)$$

deci făcînd raportul dintre înălţimea de zbor şi distanţa focală a camerei fotoaeriene, ambele exprimate în aceeaşi unitate de măsură.

In cazul unui teren accidentat, înălţimea de zbor H se consideră faţă de un plan mediu de referinţă. Din Fig.138, rezultă că pentru un punct A situat deasupra nivelului mediu QQ, distanţa de la obiectiv la sol este $H-\Delta h_1$, iar pentru un punct B situat pe o formă de relief mai joasă decît acelaşi plan mediu, această distanţă este $H+\Delta h_2$. Ca urmare, în funcţie de poziţia punctelor din teren faţă de planul mediu de referinţă, formula scării va fi:

$$\frac{1}{N} = \frac{f}{H \pm \Delta h} \qquad (14.3)$$

Aşadar, în cazul terenurilor accidentate, scara de proporţie a aerofotogramelor este mai mare pentru formele de relief mai înalte şi mai mică pentru formele de relief mai joase.

In concluzie, scara aerofotogramelor variază invers proporţional cu înălţimea de zbor şi direct proporţional cu mărimea distanţei focale a camerei fotoaeriene (de priză).

Din Fig.137 şi Fig.139, se observă că între înălţimea de zbor şi distanţa focală a camerei fotoaeriene există o strînsă legătură.

Din Fig.139-a, rezultă că

$$\frac{1}{L} = \frac{f_1}{H_1} = \frac{f_2}{H_2} = \frac{1}{N} = \text{scara, sau } \frac{f_1}{f_2} = \frac{H_1}{H_2} \qquad (14.4)$$

ceea ce înseamnă că, pentru obţinerea unor aerofotograme la aceeaşi scară, avînd acelaşi format şi acoperind aceeaşi suprafaţă

de teren, în condiţiile în care distanţa focală scade, este necesară şi micşorarea înălţimii de zbor.

Totodată, din Fig.139-b, reiese că, folosind camere cu distanţe focale diferite de la aceeaşi înălţime de zbor, se obţin aerofotograme la scări diferite, respectiv, suprafeţele de teren înregistrate diferă cu inversul pătratului raportului distanţelor focale ale camerelor.

Practica arată că scara aerofotogramelor este variabilă progresiv cu înclinarea axei de fotografiere şi cu accidentaţia terenului. Ca urmare, aerofotogramele nu au totdeauna o scară certă, ci doar una aproximativă, medie.

Realizarea geofotogramelor

In geofotogrammetrie, fotogramele se obţin din puncte de staţie fixe cunoscute sau determinabile în coordonate X,Y,Z cu camere simple (fototeodolite) sau cu camere stereofotogrammetrice (stereocamere).

Geofotogrammetria este un domeniu mai limitat deoarece se pretează mai ales pentru regiunile cu relief accidentat (versanţi abrupţi, faleze, ravene, coaste) şi pentru probleme speciale (ridicări miniere, arhitectură ş.a.).

In teren se realizează fie fotograme singulare, fie, mai ales, cupluri de fotograme cu suprapunere parţială (stereofotograme sau stereograme.

Pentru obţinerea unui cuplu de stereograme, fotografierea terenului se efectuează staţionînd succesiv cu fototeodolitul în ambele capete ale unei baze de fotografiere AB (Fig.140).

In teren se măsoară lungimea bazelor de fotografiere cu o precizie mai mare de 1:4000 (1 mm/4 m), iar în final se determină cu mare exactitate şi coordonatele capetelor bazelor.

Legătura între teren, fotograme şi reprezentările cartografice se realizează prin intermediul unor puncte de reper. Ca urmare, în teren se procedează la plantarea unor mărci-reperi fotogrammetrici, necesari la exploatarea fotogramelor, avîndu-se în vedere ca pe fiecare fotogramă să apară imaginea a cel puţin 4+1 reperi, iar pe o stereogramă 3+1 reperi (Fig.141).

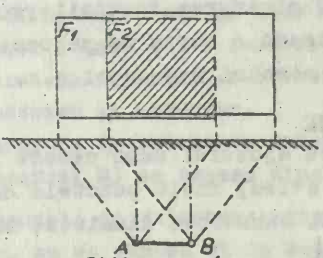


Fig. 140 Obținerea stereogramelor terestre

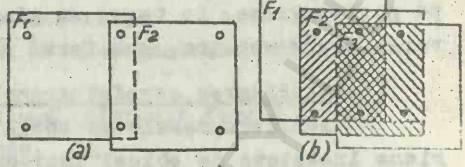
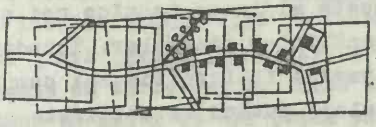
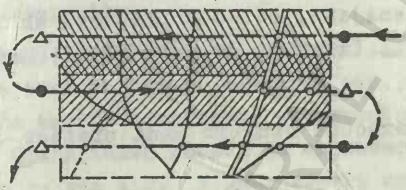


Fig. 141 Dispunerea reperilor: a. pentru fotoredresare; b. pentru stereorestituție



a. aerofotografierea pe bandă



b. aerofotografierea pe suprafață

Fig. 142 Metode de aerofotografiere

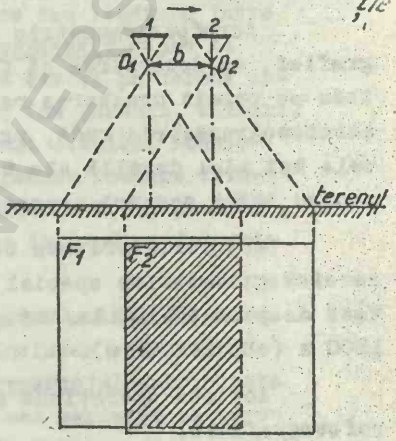


Fig. 143 Obținerea stereofotogramelor aeriene

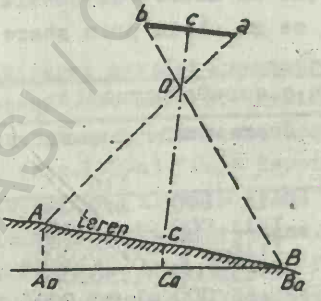


Fig. 144 Transformarea proiecției centrale în proiecție paralelă, în cazul terenurilor plane

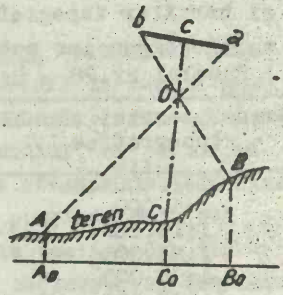


Fig. 145 Proiectarea ortogonală a punctelor în cazul terenurilor accidentate

BCU IAȘI / CENTRUL UNIVERSITAR LIBRARY

Reperii fotogrammetrici sînt puncte uşor identificabile în teren şi pe fotograme şi ale căror coordonate X,Y,Z sînt determinate cu mare precizie. Pentru obţinerea imaginii reperilor pe geofotograme, în teren se plantează o serie de panouri cu diverse semne vopsite, sub formă de cercuri sau cruci ş.a.

Realizarea aerofotogramelor

Aerofotogramele se obţin cu ajutorul unor camere fotoaeriene instalate de obicei într-un avion, încît punctele de priză nu mai sînt fixe şi marcate şi nici cunoscute dinainte, ca în cazul ridicărilor geofotogrammetrice.

Aerofotogrammetria are un scop sinonim cu acela al topografiei, cu deosebirea că foloseşte mijloace tehnice noi şi metode ce permit creşterea randamentului ridicărilor. Totodată, aerofotogrammetria redă, prin imagini fotografice mai complete, cele mai mici detalii ale terenului, putînd fi utilizate apoi pentru orice scopuri economice.

Aerofotografierea terenului se realizează din avioane aerofotogrammetrice special amenajate, ce se deplasează cu o viteză de pînă la 300 km/oră şi la înălţimi de zbor (H) de 600-1800 m (chiar 6000 m).

Această operaţiune se execută conform unui proiect de aerofotografiere.

Înălţimea de zbor (H) se calculează faţă de un plan mediu de referinţă al terenului, pornind de la formula scării aerofotogramelor, din care rezultă că:

$$H = n.f \qquad (14.5)$$

Valorile n se aleg în funcţie de numitorul scării planurilor şi hărţilor topografice (N), ce se obţin prin stereorestituţia aerofotogramelor astfel:

Tabelul nr.28 - Scara medie a aerofotogramelor

Nr. crt.	Scara planului sau hărţii topografice 1:N	Scara medie a aerofotogramelor 1:n
1	1:2.000	1:7.000 - 1:9.000
2	1:5.000	1:11.000 -1:14.000
3	1:10.000	1:16.000 -1:20.000
4	1:25.000	1:25.000 -1:30.000
5	1:50.000	1:35.000 -1:44.000
6	1:100.000	1:50.000 -1:63.000

Totodată, înălţimea de zbor este determinată şi de mă_
rimea distanţei focale (f) a camerei fotoaeriene.

Pentru exploatarea lor corectă, aerofotogramele trebuie orientate interior şi exterior.

Elementele de orientare interioară (distanţa focală f şi punctul central M) se cunosc dinainte.

Elementele de orientare exterioară, care definesc fotogra_ma în spaţiu, nu se cunosc şi de aceea orientarea exterioară se realizează în funcţie de puncte de reper care fac legătura între fotograme şi teren. Punctele de reperaj fotogrammetric pot fi puncte uşor identificabile atît pe fotograme cît şi pe teren: intersecţii de linii (garduri,poteci), colţuri (de garduri, clădiri, poduri), capete de tarlale etc., care sînt mai stabile. Aceste puncte se aleg în număr de cel puţin patru pentru fiecare fotogramă, spre colţuri, li se determină coordonatele X,Y,Z pe cale topografică, în cadrul reţelei geodezice, se înţeapă pe fotogramă şi se încercuiesc.

Atunci cînd terenul nu oferă suficiente astfel de puncte (suprafeţe mari cu păduri compacte etc.), înaintea efectuării zborului de aerofotografiere, se execută premarcajul unor puncte de reper. Operaţiunea constă în amplasarea sau marcarea pe teren, cu var sau vopsea albă, a unor reperi artificiali, a unor semne în formă de cruci, cercuri, pătrate etc., de dimensiuni cît mai mari. Apoi se determină coordonatele geodezice ale acestor reperi prin metode geodezice şi topografice.

În funcţie de necesităţi, ridicările aerofotogrammetrice se execută în mai multe moduri, din care, cele mai des practicate sînt:

a)Ridicarea aerofotogrammetrică pe benzi (şiruri de fotograme). În acest caz, aerofotografierea se execută în lungul unor aliniamente sau trasee sinuoase: căi de comunicaţii, artere hidrografice ş.a. (Fig.142-a). După terminarea zborului, se obţine un şir de aerofotograme, fiecare avînd un anumit procent de acoperire longitudinală cu fotogramele vecine. Fiecare porţiune de teren apare fotografiată de două ori, pe fotogramele vecine, dar din unghiuri diferite (Fig.143). Aceasta permite obţinerea în laborator

a imaginilor stereoscopice şi prelucrarea fotogramelor în cupluri cu suprapunere parţială pentru realizarea de planuri topografice având şi curbe de nivel.

b) Aerofotografierea pe suprafaţă (şiruri de benzi alăturate) se aplică pentru terenuri cu suprafaţă mare, a căror lăţime depăşeşte cîmpul de cuprindere a avionului într-o singură trecere. În acest caz, suprafaţa de teren se împarte pe hartă în mai multe benzi paralele, care au o acoperire laterală (transversală) de cca 30%, avionul urmînd să zboare succesiv în lungul axei fiecărei benzi (Fig.142-b). În urma fotografierii terenului, se asigură o suprapunere longitudinală (a_x) între fotogramele vecine din aceeaşi bandă de cca 33%, pentru cazul cînd vor fi prelucrate una cîte una, prin redresare, în scopul obţinerii unui plan fără curbe de nivel, deci în cupluri cu suprapunere parţială.

Aerofotografierea se execută obişnuit pe direcţia est-vest, în anotimpul cald, în zile senine şi la orele potrivite, cînd obiectele lasă pe sol o umbră lungă, ceea ce uşurează calculele necesare efectuării zborului şi exploatării fotogramelor.

După obţinerea aerofotogramelor, se întocmeşte un mozaic, prin aşezarea lor una peste alta şi pe benzi, ţinînd seama de suprapunerile parţiale, astfel încît detaliile din teren să aibă continuitate. Fotogramele se fixează pe planşetă cu ace de gămălie, la colţuri, apoi se numerotează cu guaş alb în ordinea lor (dintr-o serie mare), cu precizarea inclusiv a seriei din care fac parte şi a anului fotografierii. Apoi mozaicul se fotografiază la o scară în jur de 1:100.000, pe un format de 20x30 cm, astfel încît să poată fi identificate fotogramele cu scrisul de pe ele. Acest mozaic redus reprezintă piesa de evidenţă a fotogramelor, cît şi pentru evidenţa şi controlul lucrărilor ce se vor efectua în teren sau în laborator.

14.3. Lucrări de fotogrammetrie planigrafică

Fotogrammetria planigrafică este ramura fotogrammetriei care are ca scop redarea pe planuri sau hărţi sau sub formă fotografică a elementelor de planimetrie din teren, prin exploatarea fotogramelor una cîte una. În final se obţin planuri fără curbe de nivel.

14.3.1. Redresarea aerofotogramelor

Aerofotograma, ca proiecție centrală a suprafeței terestre, poate fi asimilată cu o proiecție ortogonală numai în cazul când aceasta este perfect nadirală (axa fotocamerei a fost perfect verticală), iar terenul este plan și orizontal (Fig.144). În practică însă, aceste condiții rareori pot fi îndeplinite, imaginile fotografice fiind afectate de deformări perspective și datorate neregularităților reliefului. În vederea exploatării corecte a fotogramelor mai mult sau mai puțin înclinate, este necesară transformarea lor în fotograme riguros nadirale și înlăturarea deformărilor cauzate de accidentația reliefului, deci obținerea imaginii terenului în proiecție ortogonală la o scară aleasă, operațiune care se numește redresare.

Din Fig.145 se observă că punctele a și b, simetrice față de punctul central c, se proiectează în plan în A_0 și B_0, la distanțe diferite de C_0.

De asemenea, este evident că după cîte o singură aerofotogramă nu se poate obține decît redarea planimetrică a terenului (fără relief). Prin această metodă se obține fotoplanul.

În funcție de caracteristicile reliefului, metodele de redresare a aerofotogramelor se pot grupa astfel: metode de redresare clasică (simplă), pentru terenuri plane și metode de redresare diferențială, pentru terenuri accidentate.

Redresarea clasică poate fi: redresare optico-grafică (cu camera clară etc) și redresare optico-mecanică sau fotoredresare (cu fotoredresatoare).

Redresarea diferențială poate fi: redresare pe zone și redresare pe benzi (cu fotoredresatoare diferențiale).

În funcție de aparatura de care dispunem, prezentăm în continuare:

- Redresarea simplă optico-grafică

Problema care se pune în cadrul redresării simple este aceea de a prelucra acele fotograme pe care deformările datorate diferențelor de nivel sînt neglijabile.

Prin redresare se efectuează o transformare proiectivă dintr-un plan în altul, de la planul fotogramei la planul unei mese de proiecție. Operațiunea se realizează pe baza unor relații

matematice şi a opt parametri sau elemente, care sînt coordonatele planimetrice x,y ale patru puncte determinate în teren.

Redresarea optico-grafică este una din cele mai raţionale metode de redresare simplă. Prin această metodă se realizează transformarea fotogramei înclinate în fotogramă nadirală, la scara stabilită, în mod simultan, pentru toate punctele imaginii.Ea constă în proiectarea cu un aparat optic simplu a imaginii fotogramei pe o planşetă orizontală, pe care se fixează o hîrtie de desen avînd trasat un caroiaj rectangular la o scară aleasă şi care foloseşte la redactarea grafică a planului. Fotogramele se prelucrează una cîte una, iar pentru reuşita operaţiunii, este absolut necesar ca pe fiecare fotogramă componentă a unui mozaic să existe imaginea a cel puţin patru puncte de reperaj fotogrammetric.

Unul din cele mai utilizate aparate pentru redresarea optico-grafică este camera clară model "Lutz" (Zeiss-Jena)(Fig.146). Principalele părţi componente ale acestui aparat sînt: 1-stativul, 2-tija verticală gradată; 3-şurub cremalieră; 4-braţ orizontal gradat; 5-sistemul optic de proiecţie format dintr-o prismă dublă; 6-orificiul de deasupra prismei; 7-placa port-fotogramă; 8-sursa de lumină; 9-trusa cu lentile şi filtre de lumină. Tija verticală şi braţul orizontal cu gradaţii servesc la reglarea distanţei dintre prismă şi fotogramă (d) şi distanţa (d') dintre prismă şi planşetă, iar placa port-fotogramă este astfel montată, încît permite rotirea în orice sens.

Camera clară este un proiector (un redresor), un simplu pantograf cu care, în general este greu de lucrat. Ea se bazează numai pe perceperea subiectivă a proiecţiei de către operator pe masa de proiecţie şi permite transformarea punctelor din planul fotogramei în planul de proiecţie prin intermediul prismei duble (avînd două feţe argintate AA' şi BB' şi o suprafaţă semiargintată CC'), care face ca o parte din razele de la planul de proiecţie să ajungă în ochiul operatorului, suprapunîndu-se cu imaginea primită de la fotogramă (Fig.147).

Mişcările posibile ale aparatului sînt rotaţii în toate sensurile ale fotogramei, ridicarea sau coborîrea fotogramei solidar cu prisma (prin acţionarea şurubului cremalieră 3-Fig.146) şi apropierea sau depărtarea fotogramei de prismă (prin tragerea sau împingerea braţului gradat orizontal 4).

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

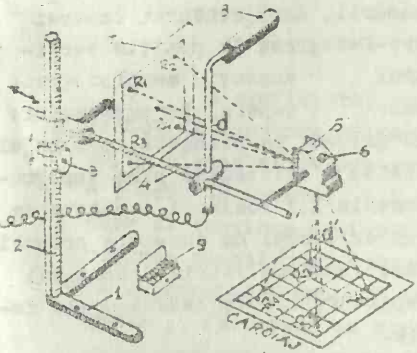


Fig. 146 - Camera clară „Lutz" (Zeiss-Jena)

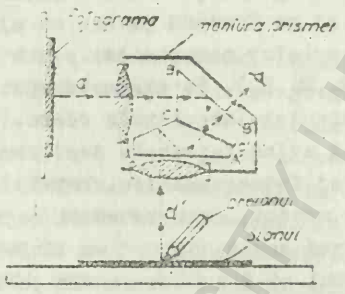


Fig. 147 - Principiul camerei clare

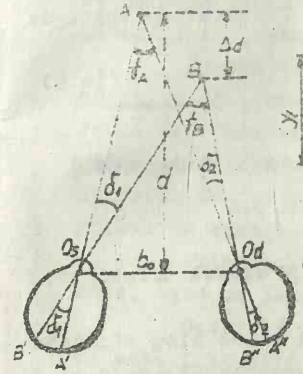


Fig. 148 - Schema vederii stereoscopice naturale (directe)

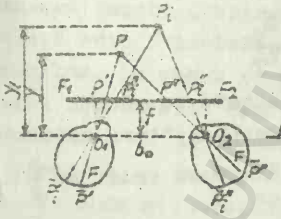


Fig. 149 - Schema vederii stereoscopice indirecte

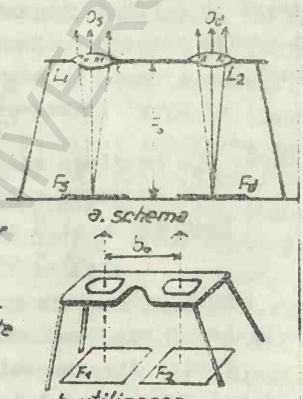


Fig. 150 - Stereoscopul de buzunar

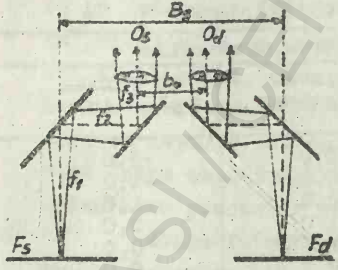


Fig. 151 - Schema stereoscopului cu oglinzi

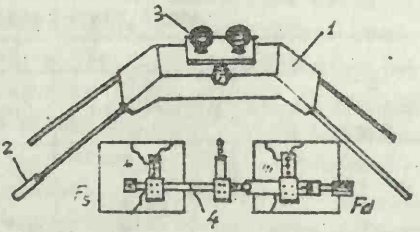


Fig. 152 - Stereoscopul cu oglinzi și stereo-micrometru „Jena-Mirror" Zeiss

BCU IASI CENTRALA UNIVERSITY LIBRARY

In vederea efectuării redresării, după montarea camerei clare (Fig.146), se aduce placa port-fotogramă în poziție verticală și se fixează pe ea, cu ajutorul [illegible] magneți, aerofotograma pe care sînt marcate cel puțin 4 punc[illegible] reperaj fotogrammetric (R_1, R_2, R_3, R_4). Se plasează apoi sub prismă, pe planșetă, caroiajul rectangular întocmit la scara stabilită a viitorului plan topografic și avînd raportate după coordonatele X,Y aceleași 4 puncte de reperaj fotogrammetric. Privind prin orificiul de deasupra prismei se va urmări, prin tatonări repetate, aducerea scării fotogramei la scara caroiajului, iar liniile aparente corespunzătoare ale fotogramei și planului să fie paralele.

Pentru reglarea mai exactă a distanțelor (d) și (d'), se măsoară cu o riglă pe plan și pe fotogramă două-trei distanțe între puncte corespunzătoare și se calculează raportul de scară cu formula

$$n = \frac{L_p}{L_f} \qquad (14.6)$$

în care: L_p = lungimea măsurată pe plan

L_f = lungimea corespunzătoare măsurată pe fotogramă

Exemplu: $L_p = 1,8$ cm, $L_f = 4,5$ cm de unde: $n = \frac{2}{5} = 0,4$

Dacă între cele 2-3 rapoarte parțiale există diferențe, se calculează raportul mediu de scară.

Pentru diverse valori ale raportului n, se aleg din tabelul de mai jos (Tabelul nr.29) distanțele corespunzătoare d și d'. De asemenea, în același tabel sînt prevăzute și dioptriile lentilelor ce pot fi atașate la nevoie în montura prismei.

Tabelul nr.29-Datele caracteristice pentru raportul de scară plan-fotogramă(n)

n	Distanța		Numărul dioptriilor	
	d- prismă-fotogramă (cm)	d' prismă-plan (cm)	pe partea fotogramei	pe partea planului
0,4	40	18,0	-2,0	+2,0
0,5	40	21,5	-2,0	+1,0
0,6	40	24,8	-2,0	+1,0
0,7	36	25,7	-1,0	0,0
0,8	32	25,8	-1,0	0,0
0,9	28	25,0	-0,5	0,0
1,0	25	24,4	0,0	0,0
1,5	18	24,0	+2,5	0,0
1,75	16	24,0	+3,5	0,0
2,0	16	27,0	+3,5	-1,0
2,5	16	32,7	+3,5	-1,5
[illegible]	15	32,9	+4,0	-2,0

BCU IAȘI - FONDUL UNIVERSITAR LIBRARY

In continuare, privind cu ochiul cît mai aproape de orificiul de deasupra prismei, operatorul va observa suprapuse deasupra planşetei de sub prismă, atît imaginea fotogramei cu cele 4 puncte de reperaj, cît şi imaginea caroiajului cu aceleaşi repere şi imaginea creionului de desen. Din momentul în care, după rotirea plăcii port fotograme în diferite direcţii, se va observa suprapunerea celor 4 puncte de pe fotogramă cu acelea de pe caroiaj, fotograma se consideră redresată şi se va putea începe desenarea detaliilor dorite pentru întocmirea planului.

În vederea obţinerii unor imagini mai clare, în prealabil se va roti manşonul lămpii electrice pînă cînd se va obţine aceeaşi intensitate luminoasă pentru fotogramă şi plan (caroiaj).

Camera clară este folosită pe scară largă la reambularea hărţilor şi planurilor. În acest scop, se aşează harta sau planul vechi pe o planşetă orizontală, astfel ca centrul zonei ce se va reambula să fie la circa 20 cm de marginea mesei; se plasează apoi aparatul cu fotograma la zi deasupra hărţii şi se mişcă pînă cînd prisma va ajunge deasupra mijlocului zonei de reambulat.

Principalul produs al redresării este planul fotogrammetric, care se poate realiza cu o precizie de 0,2-0,3 pînă la 1 mm.

Datorită dificultăţilor în lucrul cu camera clară, aceasta este înlocuită însă tot mai mult cu aparatele simplificate de restituţie create special, pentru scopuri de reambulare.

14.4. Lucrări de stereofotogrammetrie

În vederea transformării informaţiilor fotografice cuprinse pe fotograme într-o hartă, deci o reprezentare grafică, trebuie în primul rînd ca acestea să fie constituite în perechi aparţinînd aceleiaşi benzi, cu o acoperire longitudinală de aproximativ 66% numite stereograme şi în al doilea rînd să fie folosite aparate care să rezolve automat şi continuu ecuaţiile matematice de legătură între coordonatele punctelor imagine de pe fotograme şi coordonatele punctelor corespunzătoare de pe teren şi hartă.

Stereofotogrammetria este ramura fotogrammetriei care se ocupă, în principal, cu realizarea planurilor şi hărţilor topografice avînd şi curbe de nivel, prin prelucrarea fotogramelor în cupluri cu suprapunere parţială, operaţiune denumită restituţie stereofotogrammetrică.

Poziţia spaţială a obiectelor şi fenomenelor fotografiate (forma şi dimensiunea lor) se pot obţine prin anumite metode studiate de stereofotogrammetrie. Aceste metode au şi avantajul că permit obţinerea în laborator chiar a reliefului obiectelor fotografiate.

Vederea stereoscopică naturală. Perceperea poziţiei spaţiale a diferitelor obiecte este apanajul vederii binoculare ce formează imaginile unui obiect pe retina ochilor, fără ca ele să fie identice, deoarece fiecare ochi reprezintă un alt punct de privire, iar între aceste două puncte de observare se află o distanţă (b_o) numită baza oculară, sau distanţa interpupilară, care la om este în medie de 55-72 mm. Profunzimea vederii stereoscopice (raza vederii) este limitată la cca 450 m, iar distanţa normală a vederii stereoscopice este de 25 cm. Din schema vederii stereoscopice naturale (Fig.148), se observă că, având în vedere centrele de proiecţie O_s şi O_d, ale ochilor stâng şi drept, situate la o distanţă (b_o), pentru observarea unui punct A situat la o distanţă (d), axele optice ale celor doi ochi se îndreaptă spre acest punct, unde se înregistrează instinctiv sub un unghi γ_A. Punctul A se proiectează pe retine în punctele A' şi A". Unghiul de convergenţă γ_A depinde de depărtarea punctului A şi de baza oculară (b_o); cu cât punctul A este mai aproape, unghiul γ_A este mai mare şi invers; dacă punctul A se află la infinit, $\gamma_A=0$, deci axele oculare vor fi paralele.

Cristalinul ochiului posedă capacitatea de acomodare, şi anume de a-şi modifica instinctiv curbura şi ca urmare şi distanţa focală, pentru obţinerea unor imagini clare ale unor obiecte situate la diverse distanţe. Astfel, simultan cu punctele către care sînt îndreptate axele oculare, se văd clar şi alte puncte din apropiere, de exemplu punctul B, care formează pe retine imaginile B' şi B", cu unghiul de convergenţă γ_B şi care se află mai aproape de baza oculară cu o valoare Δ_d faţă de punctul A. Diferenţa dintre unghiurile de convergenţă γ_A şi γ_B, respectiv unghiurile δ_1 şi δ_2 formează paralaxa unghiulară orizontală:

$$\Delta\gamma = \gamma_B - \gamma_A = \delta_1 - \delta_2 \qquad (14.7)$$

Diferenţa dintre segmentele A'B' şi A"B" reprezintă paralaxa orizontală (p_x) şi arată diferenţa de imagine pe cele două

retine, care dă indicaţii asupra impresiei profunzimii. Valoarea profunzimii depinde de mărimea paralaxei orizontale. La distanţa vederii normale (25 cm) se pot sesiza diferenţe de adîncime mai mici de 0,1 mm. Cea mai mica valoare a paralaxei stereoscopice unghiulare ce se poate sesiza este cuprinsă între 30^{cc} şi 75^{cc} şi se numeşte acuitate vizuală.

Vederea stereoscopică artificială (indirectă)

Pentru vederea stereoscopică indirectă, celor doi ochi li se oferă, în locul imaginilor spaţiale reale, imagini central-perspective ale obiectelor sub forma unor fotografii plane, mai exact un cuplu de fotograme cu suprapunere parţială (Fig.149). Cele două fotograme conjugate (F_1 şi F_2) alcătuiesc o stereoimagine (stereogramă), iar prin aşezarea şi observarea lor adecvată, se obţine modelul stereoscopic (imaginea tridimensională). Însă,pentru obţinerea impresiei de relief, trebuie îndeplinite cele trei condiţii ale vederii stereoscopice indirecte:

- fotogramele unui obiect să fie înregistrate din două unghiuri diferite, fiecare fotogramă să fie observată separat cu câte un ochi, fotograma din stînga numai cu ochiul stîng, iar cea din dreapta cu ochiul drept (=separarea imaginilor conjugate);
- plasarea în anumite poziţii a celor două fotograme (= orientarea reciprocă sau relativă) una faţă de cealaltă şi respectiv faţă de baza de observaţii;
- efortul de convergenţă cerut de vederea stereoscopică să nu depăşească efortul cerut de vederea liberă (directă) sau să se încadreze în limite acceptabile (=condiţia optico-fiziologică).

În tehnica fotogrammetrică, în general nu se reconstituie întrutotul condiţiile vederii stereoscopice naturale ci se caută să se exagereze impresia de relief stereoscopic prin diverse mijloace ca: mărirea bazei de aerofotografiere şi a bazei de observare a celor două fotograme conjugate; prin intermediul sistemelor măritoare (de grosisment) folosite la observarea celor două stereograme.

Dacă aceste condiţii sînt îndeplinite, fotogramele se pot aşeza faţă de ochi la distanţa vederii normale şi observatorul percepe un model spaţial ca în cazul vederii stereoscopice naturale. Însă, pentru realizarea fără efort mare de acomodare la infi-

nit a celor a vederii stereoscopice a fotogramelor, au fost imaginate diferite mijloace şi procedee. In fotogrammetrie şi-au găsit aplicarea procedeele optice care, prin sisteme optice, sau prin natura sau compoziţia razelor de lumină asigură observarea separată a fotogramelor. Dintre acestea, amintim: stereoscoapele, procedeul anaglifelor şi al polaroidelor.

- Stereoscoapele reprezintă cele mai simple mijloace optice pentru observarea stereoscopică a fotogramelor. In clasificarea aparatelor de stereorestituţie după precizia lor, stereoscoapele sînt aparate expeditive.

Efectul stereoscopic se obţine prin privirea binoculară separată a fotogramelor cu suprapunere parţială ce alcătuiesc un cuplu. Cele mai utilizate stereoscoape sînt:

Stereoscopul de buzunar (Fig.150) posedă în esenţă, două lentile convergente, montate pe un cadru, la o distanţă egală cu distanţa interpupilară medie şi permite observarea stereoscopică a unor cupluri de fotograme mici (14x14 cm), sau a unor porţiuni mici din fotograme de format mare;

Stereoscopul cu oglinzi permite observarea unui cuplu de stereograme, deoarece în calea razelor, între imagini şi lentilele convergente, sînt intercalate două oglinzi înclinate la 50^g faţă în faţă, ceea ce măreşte baza oculară. Această mărime a bazei oculare nu influenţează efectul stereoscopic, deoarece nu modifică structura metrică a fotogramelor. In Fig.151 este dată schema stereoscopului cu oglinzi, fiind notate cu b_o-baza oculară şi cu B_s-baza stereoscopică. La noi este utilizat frecvent stereoscopul cu oglinzi "Jena-Mirror" Karl Zeiss (Fig.152), căruia îi este ataşat ca instrument - anexă independentă un stereomicrometru (de unde şi denumirea de "stereoscop cu oglinzi şi stereomicrometru"). Cu ajutorul stereomicrometrului se efectuează diverse măsurători pe cuplul de fotograme şi în esenţă operaţiunea de stereorestituţie a acestora.

Acest tip de stereoscop cu oglinzi se compune din următoarele părţi (Fig.152): o cutie (carcasă) de protecţie a oglinzilor (1), cu patru picioare metalice de suport, unul fiind telescopic (2); pe partea superioară a cutiei, la mijloc, se află două orificii cu două lentile oculare, situate la distanţa inter-

pupilară medie, deasupra cărora se plasează un sistem de observare oblică, cu două binoculare (3), ce au rolul de a mări imaginile stereofotogramelor F_s și F_d conduse în sus de cele două perechi de oglinzi față în față. Aceste piese, demontate, se păstrează într-o cutie specială, împreună cu stereomicrometrul (4). Aparatul montat pentru lucru, poate fi plasat fie pe un pupitru iluminat, fie pe o masă cu tablă feroasă, ce permite fixarea fotogramelor cu magneți.

În vederea observării imaginii cuplului de stereograme, după montarea stereoscopului pe masa (pupitrul) de lucru, se așează fotogramele astfel încît, fotograma din stînga (F_s) să se afle sub oglinda mare din stînga, iar fotograma din dreapta (F_d) sub oglinda din dreapta.

Pentru orientarea fotogramelor și obținerea mai rapidă a imaginii stereoscopice, se recomandă a se proceda astfel: privind prin binoclul stîng, se plasează stereograma din stînga (F_s) cu mijlocul părții comune sub oglinda din stînga, avînd umbra obiectelor de pe ea spre înainte (direcția N) și latura de jos paralelă cu marginea cutiei de protecție; se fixează această fotogramă definitiv cu magneți sau ace de gămălie; apoi, privind prin ambele binoculare, se deplasează ușor fotograma din dreapta, pînă cînd se obține impresia de relief (efectul stereoscopic normal - ortoscopie). Dacă cele două fotograme ale cuplului s-ar așeza sub stereoscop în poziție inversă, s-ar obține efectul stereoscopic invers (pseudoscopie), astfel că văile vor apărea creste înalte și invers. După obținerea imaginii stereoscopice și fixarea celor două fotograme, între acestea se poate plasa o hîrtie de desen.

În vederea efectuării unor măsurători și a desenării detaliilor viitorului plan (restituție grafică) se plasează apoi stereomicrometrul, bară de paralaxă (stereotrasor) deasupra cuplului de fotograme.

Un stereomicrometru este alcătuit din următoarele piese (Fig.153): partea cea mai importantă este constituită dintr-un dispozitiv de măsurare a paralaxelor compus dintr-o scală sau bară de măsură (1) și un șurub micrometric (2) numit și șurubul paralaxei orizontale; pe fiecare din aceste componente se află fixat cîte un dispozitiv-suport (3,4) cu rolul de a menține pe plan plă-

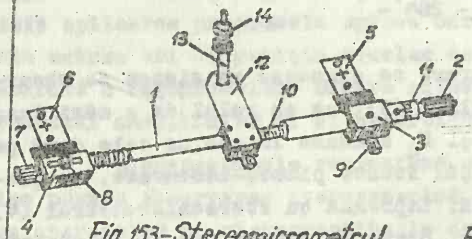


Fig. 153 - Stereomicrometrul

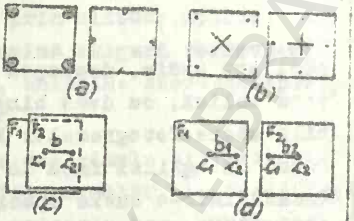


Fig. 154 - Determinarea punctului central și a liniei de zbor

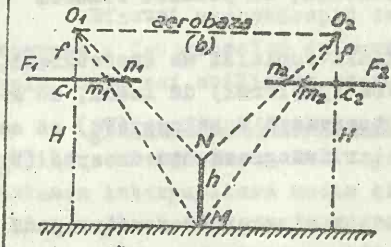


Fig. 155 - Măsurarea diferenței de paralaxă

M - baza unui obiect din teren; N - vîrful obiectului; m_1, m_2 - imaginile bazei și n_1, n_2 - imaginile vîrfului obiectului pe aerofotograme; f - distanța focală; F_1, F_2 - aerofotogramele cuplului stereoscopic; c_1, c_2 - punctele centrale ale aerofotogramelor; H - înălțimea de zbor; b - aerobaza; O_1, O_2 - punctele de perspectivă (de aerofotografiere); h - înălțimea obiectului MN.

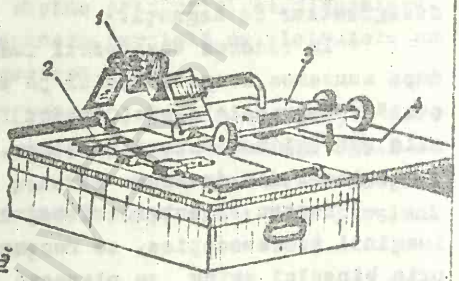


Fig. 156 - Stereopantometrul „Zeiss-Jena"

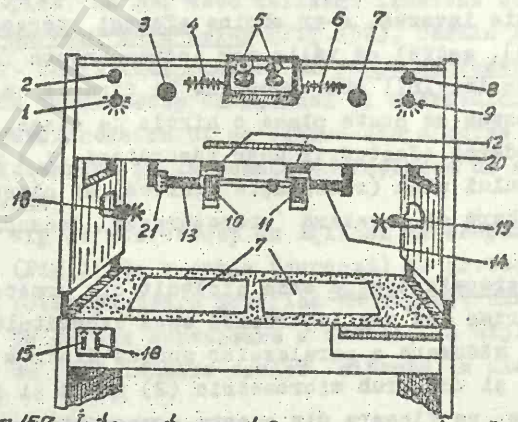


Fig. 157 - Interpretoscopul C „Carl Zeiss-Jena"

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

cuţele de cristal port-măreţ (5,6), pe fiecare fiind gravate cîte 3 mărci (semne) identice în formă de cerc, cruce şi punct, operatorul, privind prin binoculare, poate utiliza - pentru urmărirea detaliilor de pe stereograme, una din perechile de mărci. Distanţa dintre plăcuţele port-mărci poate fi reglată prin deplasarea plăcuţei din stînga (6), cu şurubul de reglaj din stînga (7), după deblocarea şurubului de fixare (8). Plăcuţa port-marcă din dreapta (5) este mobilă, cîmpul său de cursă fiind de 35 mm iar deplasarea sa comandată prin rotirea butonului de la şurubul micrometric (2) situat în aceeaşi parte a barei, cît şi prin şurubul paralaxei verticale (9). Deplasarea pentru măsurători se efectuează faţă de scările (10) şi (11), care posedă gradaţii milimetrice şi respectiv micrometrice; prima scară (10) are gradaţii direct în milimetri, iar a doua (11) este gradată în unităţi a cîte 0,05 mm. Intervalul mare dintre gradaţii permite cu uşurinţă estimări de 0,02 mm. Scările şi reperele (indecşii) de citire sînt gravate pe suprafeţe neşlefuite, ceea ce evită reflexiile neplăcute. Pe bara de măsură (1), se află fixat, la mijloc, un suport port-creion (12), în care se introduce creionul de desen (13), cu două greutăţi deasupra (14) şi care permite repartarea grafică a conţinutului stereogramelor pe hîrtia plasată între acestea. Cu ajutorul stereomicrometrului, se aplică metoda de restituţie grafică directă a stereofotogramelor.

Modul de lucru cu stereoscopul cu oglinzi şi stereomicrometru

După montarea stereoscopului cu oglinzi, în vederea utilizării corecte a cuplului de stereograme, trebuie efectuată mai întîi determinarea punctului central (principal) al fotogramelor şi a liniei de zbor. În acest scop, se iau în considerare cei 4 indici de simetrie situaţi în colţurile sau la mijlocul laturilor fotogramelor. Cu un ac, se înţeapă cele patru mărci încît se transferă pe spatele alb al fotogramei; apoi se unesc (Fig.154) două cîte două prin cîte o linie subţire, la intersecţia celor două linii aflîndu-se punctul central căutat, care printr-o înţepătură cu acul, se va transfera pe faţa fotogramei. Se obţin astfel punctul central c_1 al stereogramei din stînga (F_1) şi punctul c_2 al stereogramei din dreapta (F_2). Se aşează apoi cuplul de fotograme sub stereoscopul cu oglinzi şi după obţinerea corectă a

modelului stereoscopic, se înțeapă cu un ac, pe fotograma F_2, în locul unde se vede imaginea punctului central c_1 al fotogramei din stînga F_1; astfel, punctul central al primei fotograme (F_1), din stînga, a fost transferat și pe a doua fotogramă (F_2), din dreapta și anume pe partea care se suprapune cu prima fotogramă. Procedînd la fel, se transferă apoi și punctul central c_2 al fotogramei din dreapta (F_2), pe fotograma din stînga (F_1). In acest fel, pe fiecare din fotogramele cuplului se obțin două puncte (Fig.154-d); unind cele două puncte printr-o linie dreaptă, se obține direcția liniei de zbor, iar distanța dintre ele va reprezenta mărimea fotobazei b (baza de aerofotografiere).

- Determinarea altitudinii reliefului cu ajutorul diferenței de paralaxă. In sens larg, paralaxa reprezintă deplasarea relativă a imaginii unui obiect în urma deplasării observatorului, respectiv în urma modificării unghiului de privire. Paralaxa stă la baza vederii stereoscopice, întrucît imaginile receptionate de cei doi ochi nu sînt identice, între ei existînd o distanță interpupilară medie de 65 mm. In aerofotogrammetrie, această distanță este înlocuită cu baza de aerofotografiere b (aerobaza sau fotobaza), care este mult mai mare (de cîteva sute de metri). Ca urmare, paralaxa este exagerată, încît apare și exagerarea verticală a stereomodelului.

Privind imaginea virtuală a unui model stereoscopic, se constată că există o diferență între distanțele dintre două puncte analoge și distanta b dintre punctele centrale (c_1,c_2) ale celor două stereograme (Fig.155). Această diferență reprezintă diferență de paralaxă, care se poate măsura cu ajutorul stereomicrometrului (Fig.153), denumit și bară de paralaxă. Diferența de paralaxă este utilizată la determinarea înălțimii obiectelor (h) și a diferenței de nivel dintre două puncte, deci a altitudinii punctelor din teren.

In acest scop, după ce s-a efectuat orientarea stereogramelor, avînd determinate punctele centrale (c_1 și c_2), se așează stereomicrometrul deasupra fotogramelor, cu șurubul micrometric (2, Fig.153) în dreapta, procedîndu-se în continuare astfel: se aduce micrometrul la zero, răsucind de șurubul (2) pînă cînd pe scara barei de paralaxă (9) și scara micrometrică (11) se citește

diviziunea zero; dacă operatorul şi-a ales ca marcă de lucru cea în formă de punct, se aduce, privind prin ocularul drept, marca-punct de pe plăcuţa din dreapta peste centrul fotogramei din dreapta (c_2); se slăbeşte şurubul de fixare (8) şi se deplasează cu şurubul de reglaj (7) plăcuţa din stînga, privind prin ocularul stîng, pînă cînd marca-punct a ei stea se suprapune cu centrul fotogramei din stînga (c_1), după care se blochează plăcuţa din stînga cu şurubul (6). Apoi, pentru măsurarea paralaxelor longitudinale (orizontale) ale diverselor puncte, se aduc cele două mărci-punct de pe ambele plăcuţe în coincidenţă cu cele două imagini omoloage ale punctului considerat, din cele două fotograme conjugate, acţionînd de şurubul micrometric (2). În momentul în care cele două mărci se văd stereoscopic ca una singură (deci suprapuse) se citeşte la stereomicrometru valoarea paralaxei orizontale (p_x), citirea fiind în mm şi sutimi de milimetru.

Pentru determinarea înălţimii (h) a unui obiect, se va putea utiliza relaţia:

$$h = \frac{p_x \cdot H}{b + p_x} \qquad (14.8)$$

în care: h = înălţimea obiectului (în metri)

H = înălţimea de zbor, cunoscută (în metri)

p_x = diferenţa de paralaxă (în mm), care se măsoară

b = fotobaza, care se poate măsura pe cuplul de stereofotograme (în mm)

Fotobaza (b) se determină astfel: se măsoară cu rigla, în mm, pe ambele fotograme, ca fiind distanţa între punctele centrale c_1 şi c_2 (Fig.154-d) şi se calculează media, cu relaţia

$$b = \frac{b_1 + b_2}{2} \qquad (14.9)$$

Exemplu: dacă se cere determinarea înălţimii (h) a unui obiect MN (un turn) şi deci diferenţa de nivel dintre punctele M şi N, pe un cuplu de fotograme conjugate, luate de la înălţimea de zbor H=900 m şi pe care s-a măsurat fotobaza b=95,2 mm (Fig. 155), se procedează astfel:

- se aduce una din mărcile-punct în dreptul vîrfului N al turnului MN;

- cu mîna dreaptă, privind mereu prin binocular, se răsuceşte şurubul micrometric (2) ale stereomicrometrului, spre ina-

inte, pînă cînd cele două mărci-punct se văd suprapuse exact la înălțimea vîrfului turnului;

- se efectuează citirea paralaxei la stereocomparatorul, de exemplu p_N=20,75 mm, compusă din: numărul de mm întregi (20 mm) care se citesc pe scara de la mijlocul barei de paralaxă (9), plus zecimile și sutimile de milimetru care se citesc pe tamburul cu scara micrometrică (11);

- apoi, se răsucește micrometrul (2) spre sine, pînă cînd marca-punct coboară la nivelul bazei (M) a turnului, efectuînd o nouă citire a paralaxei, care va fi mai mică decît prima, de ex. p_M=18,75 mm.

- se calculează diferența de paralaxă p_x astfel:

$$p_x = p_N - p_M = 20,75 - 18,75 = 2 \text{ mm}$$

-se introduc datele în relația (14.8) calculînd înălțimea turnului (h), care este similară cu diferența de nivel (Δh) dintre M și N:

$$h = \frac{p_x H}{b + p_x} = \frac{2 \text{ mm} \cdot 900 \text{ m}}{95,2 \text{ mm} + 2 \text{ mm}} = \frac{1.800.000 \text{ mm}}{97,2 \text{ mm}} = 18,5 \text{ m}$$

Procedînd în același mod, se poate determina diferența de nivel (Δh) dintre două puncte ale terenului, A de cotă cunoscută (H_A) și B necunoscut; în final, adăugînd $\pm \Delta_h$ cotei punctului A, se va calcula cota punctului B.

Stereopantometrul (Fig.156) este un alt aparat de restituție expeditivă, reprezentînd o formă perfecționată a stereoscopului cu oglinzi și stereocomparatorului, la care părțile componente principale sînt legate între ele. Stereoscopul cu oglinzi (1) și stereocomparatorul (2) sînt montate solidar pe un cărucior (3), care se deplasează pe un dispozitiv cu role, atît de-a lungul axului stereocomparatorului, respectiv a bazei de aerofotografiere (axa OX), cît și perpendicular pe aceasta (axa OY). De asemenea, de cărucior se află fixat un braț exterior, avînd la capăt un creion de desen (4). Aparatul, ca și fotogramele, se plasează deasupra unui pupitru cu geam mat și iluminat.

Pentru obținerea modelului stereoscopic, în prealabil se stabilește, pe fiecare stereogramă, direcția liniei de zbor, după care cuplul se așează pe geamul mat al pupitrului cu baza de fote-

grafiere paralelă cu baza oculară (b_o) a stereoscopului.

În vederea obținerii detaliilor de planimetrie, se apucă mijlocul stereomicrometrului cu mîna stîngă și se deplasează marca în lungul detaliilor planimetrice, menținînd-o permanent pe suprafața modelului stereoscopic, prin acționarea, cu mîna dreaptă a șurubului paralaxei orizontale (șurubul micrometric). In timpul deplasării mărcii, creionul exterior desenează detaliile urmărite pe o hîrtie plasată dedesubt.

Cu stereopantometrul se pot efectua atît determinarea diferențelor de nivel dintre puncte, cît și <u>trasarea curbelor de nivel</u>, operațiune pentru care, valoarea paralaxei orizontale (p_x) ce corespunde fiecărei curbe de nivel (echidistanța) se calculează cu relația

$$p_x = \frac{H}{b} \cdot \Delta_h \qquad (14.10)$$

și se fixează la stereomicrometru. Pentru aceasta, trebuie cunoscut însă raportul dintre înălțimea de zbor (H) și baza de aerofotografiere (b), deci $\frac{H}{b}$.

In același scop, se poate utiliza relația:

$$p_x = \frac{h \cdot b}{H-h} \qquad (14.11)$$

în care: p_x = diferența de paralaxă orizontală (în mm);
h = diferența de nivel sau înălțimea unui obiect (în m);
b = aerobaza (fotobaza), măsurată în mm pe fotograme
H = înălțimea de zbor (în m).

In relația (14.11) valoarea (h) este similară cu echidistanța curbelor de nivel (e).

<u>Exemplu</u>: se cere trasarea curbelor de nivel cu echidistanța e=10 m, pentru care s-a calculat valoarea p_x=2,5 mm:

- pentru aceasta, trebuie cunoscută cota unui punct, de ex. H_A=350 m, din zona cuprinsă pe partea comună a cuplului de stereograme: așadar, vor trebui trasate curbele de nivel cu valori din 10 în 10 m mai mari sau mai mici de 350 m;

- se plasează cuplul de stereograme sub stereopantometru și se obține modelul stereoscopic;

- se aduce marea de lucru în dreptul punctului A și se manevrează șurubul micrometric al stereomicrometrului pînă cînd mar-

ca cobeară sau urcă la nivelul cotei H_A;

- pornind din punctul A, se urmăresc versanţii, menţinînd mereu aceeaşi valoare a paralaxei, în timp ce creionul va desena curba de 350 m;

- pentru a trasa curbe de nivel cu valori mai mari de 350 m, cunoscînd echidistanţa e=10 m şi paralaxa corespunzătoare p_x=2,5 mm, se acţionează şurubul micrometric din dreapta spre înainte, pînă cînd pe cele două scări se va citi o valoare a paralaxei cu 2,5 mm mai mare; în acelaşi timp marca a urcat faţă de punctul A şi urmărind din nou versanţii, se va trasa curba de 360 m.

- se procedează la fel, adăugînd la stereomicrometru cîte 2,5 mm în plus şi trasînd curbele de nivel de 370, 380 m ş.a.;

- pentru trasarea unor curbe de nivel cu valori mai mici de 350 m, se vor înregistra mereu la stereomicrometru valori ale paralaxei mai mici cu cîte 2,5 mm.

Stereopantometrul este un aparat de restituţie mult mai practic; fiind mai stabil, permite o mai uşoară şi mai sigură urmărire a detaliilor de pe cuplul de aerofotograme.

Interpretoscopul este un aparat de restituţie expeditivă perfecţionat, construit pentru interpretarea în laborator a fotogramelor terestre şi aeriene. In ţara noastră, este utilizat interpretoscopul de tip C "Carl Zeiss-Jena". Acest aparat permite o bună iluminare a fotogramelor, are o optică de transmisie foarte bună şi permite să se lucreze mai simplu şi comod.

Principalele părţi componente ale acestui interpretoscop sînt (Fig.157): 1,9-butoanele pentru rotirea imaginii fotogramelor în jurul axei Z; 2,8-butoane pentru iluminarea corectă a fotogramelor; 3,7-butoanele sistemului panoreatic, pentru observarea imaginii fotogramelor la aceeaşi scară, la scări mărite sau micşorate; 5-oculare; 4,6-scări lineare; 10,11-moletele pentru fixarea contrastului pe fotograme şi purtătoare ale mărcilor; 12-sistemul pentru alegerea obiectivelor de observare. pentru mărirea de la 2x la 6x, sau de la 5x la 15x; 13-pîrghia (manşonul) pentru mişcarea generală a sistemului panoreatic pe direcţia axei Y; 14-idem, pentru direcţia axei X; 15-întrerupător pentru iluminarea pupitrului; 16-întrerupător pentru iluminarea moletelor; 17-plăci de cristal pentru fixarea fotogramelor; 18,19-ventilatoare.

Caracteristicile de bază ale interpretoscopului sînt: aşezarea şi orientarea simplă a fotogramelor (sub plăcile de cristal); posibilitatea de explorare uşoară a stereomodelului (prin deplasarea liberă cu mîna a sistemului optic de observare); modificarea continuă şi nu în trepte a măririi imaginii de la 2x la 6x şi de la 5x la 15x; preluarea diferenţelor de scară ale fotogramelor de pînă la 1/3 sau 1/7,5 (cu obiectivi de schimb, cu ajutorul unui sistem panoreatic, în timp vizual pentru măsurători de 200 mm; posibilitatea de rotire a imaginilor de pînă la 200g; precizia maximă de măsurare a paralaxelor orizontale de 0,02 mm; iluminarea de sus pentru exploatarea fotogramelor pozitive şi de jos pentru exploatarea fotogramelor negative şi diapozitive; posibilitatea de observare a două benzi vecine pe o zonă comună de 3 cm şi posibilitatea de observare a cuplului de stereograme în acelaşi timp de doi operatori, aparatul fiind dotat cu două binoculare.

Cu ajutorul interpretoscopului se pot efectua următoarele operaţiuni:

- interpretarea detaliilor prin analizarea modelului stereoscopic de către un specialist în problemă;

- transpunerea elementelor interpretate, care se poate realiza cu creioane, mine, tuş, carioca ş.a. direct pe una din fotogramele cuplului sau prin apreciere pe alte materiale; la interpretare, se recomandă să se folosească iniţial o scară de mărire mai mică, pentru a avea o privire de ansamblu mai amplă asupra zonei şi apoi să se mărească continuu imaginea pentru interpretarea de detaliu (cu butoanele 3 şi 7, care trebuie răsucite simultan şi în acelaşi sens);

- măsurarea distanţelor pe fotograme, cu o riglă de cristal gradată (în lungime de 325 mm cu gradaţii milimetrice iar pentru ultimii 10 mm la zecime de mm), ce se aşează peste fotograme cu partea gradată în jos şi observată binocular;

- măsurarea diferenţelor de nivel dintre puncte, prin măsurarea diferenţelor de paralaxă orizontală p_x (milimetrii citindu-se pe scala milimetrică 20, iar zecimile şi sutimile de milimetru pe tamburul 21);

- măsurători cu ajutorul unor şabloane speciale, pentru determinarea unor elemente geometrice ale obiectelor din cuprinsul

fotogramei sau o numărătoare și clasificare după mărime și formă a lor;

- marcarea punctelor (cu un cilindru cu ac de punctare), avînd ca scop transmiterea stereoscopică și marcarea artificială pe fotograme a punctelor necesare determinării reperilor fotogrammetrici pentru redresare, executării aerotriangulației și exploatării punctelor de detaliu.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

B I B L I O G R A F I E

1.Băcăuanu V.,Donisă I., Hârjoabă I.(1974) - Dicționar geomorfologic. Ed.st.,București.

2.Bord,Jean-Paul(1984) - Initiation geo-graphique ou comment visualiser son information. C.D.U. et SEDES réunis,Paris.

3.Buz,V.,Săndulache Al.(1984) - Cartografie. Centr.de Multiplic. Univ.Cluj-Napoca.

4.Cotet P.(1954) - Metode de reprezentări cartografice.Ed.Teh., Buc.

5.Cotin D. și colab.(1957) - Indrumător pentru lucrări practice de topografie. Litogr.,Brașov.

6.Deaconescu C. și colab.(1979) - Topografie și desen tehnic. Ed. Did.și Ped.,Buc.

7.Donisă I.,Grigore M.,Tövissi I.(1980) - Aerofotointerpretarea geografică. E.D.P.,Buc.

8.Dragomir V. și colab.(1970) - Topografie militară. D.T.M.,Buc.

9.Dragomir V.,Rotaru M.(1986) - Mărturii geodezice. Ed.Militară, Buc.

10.Drăghici M.,Tudor C.(1973) - Cu privire la noua proiecție stereografică "1970" adoptată pentru teritoriul R.S.România. Rev.de Geodezie, Cadastru și Org.Terit.,An.XVII,nr.3, București.

11.Filimon R. și colab.(1958) - Topografie generală. Ed.Teh.,Buc.

12.Garaevskaia L.S.(1958) - Cartografia (trad.din l.rusă),I.D.T., Buc.

13.Gavrilov Gh.,Gavrilov L.(1985) - Lucrări practice de topografie. Xerox, I.P.-Iași.

14.Giurescu M.M.(1975) - Determinarea valorii pantelor terenului pe planuri și hărți topografice. Xerox, Univ.București

15.Grigore M.(1978) - Reprezentarea grafică și cartografică a reliefului. E.D.P.,Buc.

16.Halughin E.I.,Jalkovkii E.A.,Rezroev N.I.(1985) - Analiza mijloacelor străine de automatizare în cartografie. Rev. "Gheodeziia i kartografiia", nr.8.

17.Hannig E.,Kiss Fr.,Mitrică D.(1966) - Topografie minieră. Ed. Did.si Ped.,Buc.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

18.Iacobescu V.,Cojocaru D.(1966) - Cartografierea şi reproducerea hărţilor. E.D.P.Buc.

19.Ionaşcu A. şi colab.(1969) - Topografie şi desen tehnic E.D.P. Buc.

20.Isacenko G.A.(1960) - Cartografierea fizico-geografică. Ed. şt.,Buc.

21.Marton G.,Zegheru N.(1972) - Fotogrammetrie. Ed."Ceres",Buc.

22.Mihail D.,Domide E.(1969) - Topografie. E.D.P., Buc.

23.Monkhouse F.J., Wilkinson H.R.(1971) - Maps and diagrams. Their compilation and construction. Methuen et Co Ltd., London.

24.Năstase A.(1957) - Proiectiile cartografice în care sînt lucrate hărţile utilizate în învăţămîntul nostru. Rev."Natura", nr.2,Buc.

25.Năstase A.(1983) - Cartografie - Topografie. E.D.P.,Buc.

26.Neamţu M.şi colab.(1982) - Instrumente topografice şi geodezice. Ed.Teh.,Buc.

27.Neguţ N.,Sohiau S.(1979) - Fotogrammetria şi topografia în lucrările de îmbunătăţiri funciare şi gospodărirea apelor. Ed.Teh.,Buc.

28.Oprescu N.(1971) - Fotogrammetrie. Instit.de Construcţii,Buc.

29.Pauliuc S.(1968) - Cartografie geologică. E.D.P., Buc.

30.Popa R.şi colab.(1968) - Topografie. Lucrări practice. E.D.P., Buc.

31.Preobrajenskii A.J.(1953) - Ekonomicceskaja kartografiia. Moskva.

32.Rădulescu N., Stefănescu P.(1962) - Desen tehnic topografic şi cartografic. Minist.Agric.,Ed.Agro-Silvică,Buc.

33.Rădulescu M.şi colab.(1969) - Topografie şi desen tehnic. Lucrări practice. E.D.P.,Buc.

34.Robinson A.H.(1960) - Elements of Cartography. John Wiley et Son,Inc.,New-York.

35.Robinson A.H.(1961) - The cartographic representation of the statistical surface. Internationales Yahrbuch für Kartographie, Gütersloh.

36.Rusu A.(1955) - Topografie. Ed.Teh.,Buc.

37.Rusu A.(1974) - Topografie cu elemente de geodezie şi fotogrammetrie. Ed."Ceres",Buc.

BCU CLUJ UNIVERSITY LIBRARY

38.Rusu A., Kiss A.(1982) - Topografie - Geodezie. E.D.P.,Buc.
39.Salişcev K.A.,Gnedîmin A.V.(1955) - Kartografiia. Moskva.
40.Salişcev K.A.(1978) - Proiectarea şi întocmirea hărtilor.
41.Săndulache Al.,Buta I., Şoneriu I.(1956) - Probleme practice de topografie şi cartografie. Litogr.,Univ.Cluj-Napoca.
42.Săndulache Al., Sficlea V.(1970) - Cartografie-Topografie. E.D.P.,ed.II, Buc.
43.Săndulache Al., Buz V.(1982) - Topografie generală cu elemente de topografie minieră şi teledetectie. Xerox, Univ. Cluj-Napoca.
44.Serryn Pierre (1981) - Le Monde d'aujourd'hui. Atlas économique-social-politique-strategique. Paris.
45.Sficlea Victor (1967) - Procedeu de reprezentare a continutului unei cartograme. Anal.St.Univ."Al.I.Cuza",s.nouă, secţ.II(St.Nat.),t.Geol.-Geogr.t.XIII,Iaşi.
46.Sficlea Victor (1969) - Progrese şi tendinţe actuale în cartografierea economiei. Lucr.St.,Instit.Pedag.Oradea.
47.Sficlea V.,Băican V.(1969) - Harta densitătii populatiei R.S. România la 15 martie 1966. An.St.Univ."Al.I.Cuza", C. Geografie, t.XV,Iaşi
48.Sficlea Victor (1970) - Contributions au perfectionnement de la représentation du relief par la méthode des contours inclinés. An.St.Univ."Al.I.Cuza", s.Geografie, t.XVI,Iaşi.
49.Sficlea Victor (1971) -Perfectionnement des Cartes de la population par contours inclinés. An.St.Univ."Al.I.Cuza", S. Geografie, t.XVII,Iaşi
50.Sficlea V.,Băican V.(1983) - Topografie. Xerox, Centr.de Multiplic.,Univ. "Al.I.Cuza" - Iaşi.
51.Snyder J.P.(1984) - Cercetarea proiectiei hărtii cu ajutorul computerului. Rev.,Bul.Centrului de Expertiză Geologică al Statelor Unite".
52.Vieriu I.şi colab. (1983) - Topografie şi desen tehnic. E.D.P., Buc.
53.x x x (1960) - Atlas de semne convenţionale pentru hărtile topografice la scările 1:10.000 şi 1:5.000. Ed.D.T.M.,Buc.
54.x x x (1962) - Atlas de semne convenţionale, caractere de scriere şi prescurtări pentru hărtile topografice la scările 1:25.000, 1:50.000 şi 1:100.000. Ed.D.T.M.,Buc.

BCU IAŞI CENTRUL VECHI LIBRARY

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Lei, 23^{00}